

ESSAI ANALYTIQUE
SUR L'AIR PUR,
E T
LES DIFFÉRENTES ESPÈCES D'AIR,

TOME SECOND.

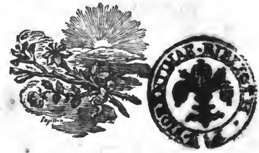


ESSAI ANALYTIQUE
SUR L'AIR PUR,
ET
LES DIFFÉRENTES ESPÈCES D'AIR:

Par M. DE LA METHERIE, *Docteur en Médecine, & Membre des Académies de Dijon & de Mayence.*

SECONDE ÉDITION.

TOME SECOND.



À PARIS,

Chez CUCHET, Libraire, rue & hôtel Serpente.

M. DCC. LXXXVIII.

Avec Approbation & Privilège du Roi.

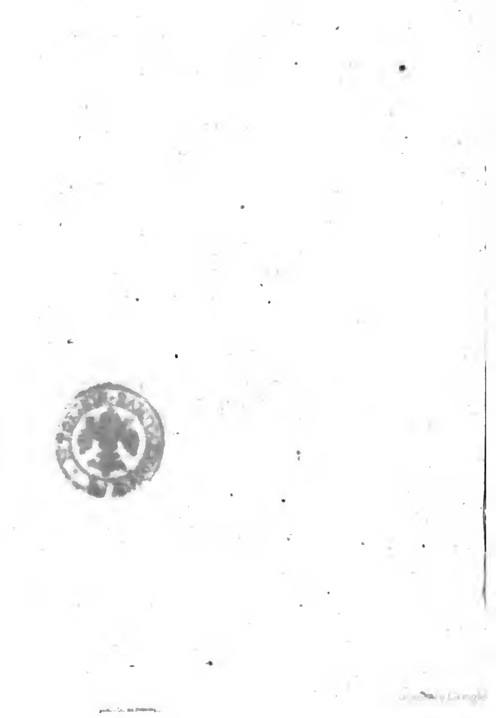


TABLE
DES CHAPITRES

Contenus dans ce second Volume.

Fin de la Table du Tome II.

ESSAI



ESSAI ANALYTIQUE
SUR L'AIR PUR,
ET
LES DIFFÉRENTES ESPÈCES D'AIR.

DE LA RESPIRATION.

NUL animal ne peut vivre ſans air. Il eſt encore peut-être plus utile aux animaux qu'aux plantes. La reſpiration eſt abſolument néceſſaire aux oiſeaux, aux poiſſons, à l'amphibie, aux reptiles, aux inſectes comme aux quadrupèdes, & dès qu'on leur ôte les moyens de reſpirer, ils périſſent bientôt. Les poiſſons ne peuvent vivre dans l'eau purgée d'air par l'ébullition ou par la machine pneumatique.

Mais toute ſorte d'air ne ſauroit ſervir à cette fonction eſſentielle. Les animaux ne peu-

vent respirer que l'air pur, qu'ils gâtent promptement, & ils ne vivent dans l'air atmosphérique qu'à raison de la portion d'air pur qui y est contenue.

L'insecte présente cependant des phénomènes particuliers à cet égard. Un air qui feroit périr des quadrupèdes ne l'incommode pas. La plus grande partie des coleoptères vit dans les matières putrides, ainsi qu'un nombre d'autres insectes, tels que les vers des intestins, &c. Des essaims d'abeilles renfermées dans une ruche, les fourmis amoncelées dans leurs fourmillières, &c. ne souffrent point ; tandis que des quadrupèdes réunis dans un lieu dont l'air ne se renouvelle pas, y périssent promptement.

C'est une qualité que l'insecte partage avec le végétal. Ils respirent l'un & l'autre d'une manière bien différente des autres espèces. Les grands animaux n'ont qu'un poumon, qui est le viscère destiné par la nature pour cette fonction. Chez le végétal & l'insecte, la respiration s'opère par des trachées, espèces de ressorts à boudins, qui se répandent dans tout le corps de l'insecte & du végétal, accompagnent tous leurs vaisseaux, & finissent par se perdre en pores insensibles à la surface de la peau. Ils inspirent par conséquent par leurs trachées qui sont en un nombre plus ou moins considé-

rable, & ils expirent par la plus grande partie de la ſurface de leurs corps.

Cette ſtructure des inſectes annonce que l'air leur eſt encore bien plus utile qu'aux grandes eſpèces. Cependant ils ne paroiſſent point le vicier comme celles-ci ; peut-être même l'inſecte rétablit-il auſſi dans ſa pureté l'air corrompu ainſi que le fait le végétal. Au moins M. l'abbé Fontana a-t-il déjà trouvé dans les eaux ſtagnantes quelques inſectes qui expirent un air pur, & cette matière verte qui eſt très-abondante dans les eaux & qui donne une ſi grande quantité d'air pur, ainſi que l'a obſervé M. Prieſtley, eſt une ruche d'inſectes, ſuivant quelques Phyſiciens.

Les grands animaux diffèrent donc beaucoup de ceux-ci à cet égard. Ils paroiſſent bien abſorber & laiſſer échapper quelques portions d'air par la peau. Mais c'eſt ſur-tout pour la reſpiration que l'air leur eſt d'une néceſſité indiſpenſable ; & cette fonction ſe fait chez eux entièrement dans le poumon. D'ailleurs, ils gâtent promptement l'air. Les quadrupèdes, les poiſſons, les oiſeaux, périſſent ſi on ne renouvelle celui qu'ils ſont obligés de reſpirer.

Un de ces animaux mis ſous une cloche expoſée ſur l'eau, commence bientôt à être inquiet ; il s'agite, reſpire difficilement & enfin

périt ; mais en même tems l'eau monte peu à peu dans la cloche ; ce qui indique qu'il y a eu de l'air absorbé. Si au lieu d'eau, on a employé le mercure, celui-ci remonte également, mais à une moindre hauteur. L'eau de chaux introduite dans la cloche, est précipitée & absorbe encore une plus grande quantité de l'air qui y est contenu. C'est qu'une partie de cet air est de l'air acide ; l'autre est de l'air impur ; enfin une partie n'a pas été dénaturée.

Un autre animal placé dans cet air qui a fait périr celui-ci, peut encore y vivre quelques instans, néanmoins il y meurt promptement.

M. le comte de Morozzo a fait voir que l'air pur présente des phénomènes particuliers au sujet de la respiration. Un animal étant péri dans une masse d'air pur, un autre animal peut encore y vivre une heure ou deux. J'ai déjà dit que je pensois que cet effet étoit dû à une portion d'acide volatilisé qui tue l'animal longtems avant que l'air soit gâté. Une bougie pourra donc y brûler également avec vivacité, parce qu'il existe encore dans cette masse d'air une grande quantité d'air pur, & que l'acide nitreux en petite quantité, ne nuit point à l'inflammation. C'est au moins ce que j'ai cru pouvoir conclure des expériences de M. de Morozzo. Car ordinairement un animal peut en-

core vivre quelques instans dans un air où une bougie s'éteint.

On a dit que l'air pur étoit tout changé en air acide par la respiration, & que la portion qui restoit, étoit aussi pure qu'auparavant. Il me semble, au contraire, que non-seulement il y a de l'air acide de produit, mais encore de l'air impur.

J'ai respiré plusieurs fois, par le moyen d'un tube recourbé, de l'air pur renfermé dans une cloche qui en contenoit 60 pouces cubiques; je l'ai ensuite fait passer au travers l'eau de chaux, qui a été précipitée, la portion qui n'a pas été absorbée par l'eau de chaux, étoit plus pure que l'air commun, mais moins que l'air pur: car une mesure & trois d'air nitreux m'ont donné un résidu de 1,02, 0,98; tandis que les mêmes quantités avoient donné auparavant 0,18. Cet air contenoit donc de l'air impur.

Je sens bien qu'on peut m'objecter que quoique j'eus vuidé ma poitrine de tout air atmosphérique, autant que j'eus pu, par une grande inspiration, il y en étoit toujours demeuré une partie. J'en conviens. Mais la même chose a dû avoir lieu dans les expériences qu'on apporte pour dire qu'il n'y a que de l'air acide produit dans l'acte de la respiration. D'ailleurs, la quantité d'air impur qui se trouvoit dans l'air

de la cloche, étoit trop considérable, pour qu'on pût tout l'attribuer à la portion d'air atmosphérique qui seroit restée dans ma poitrine. L'expérience suivante confirme celle-ci.

J'ai rempli une petite cloche de six onces de sang qu'on venoit de tirer à une personne assez bien portante. Je l'ai renversé dans le mercure avec les précautions ordinaires, & l'ai fait passer sous une autre cloche qui contenoit 18 pouces d'air pur. Le sang qui étoit noirâtre, a pris une belle couleur rouge. Il y a eu une portion d'air pur absorbé. J'ai essayé l'air trois heures après, pour prévenir l'instant où le sang auroit pu acquérir un mouvement de putridité; 300 parties introduites dans l'eau de chaux ont été réduites à 2,60, & la chaux a été précipitée.

Une mesure de cet air & trois d'air nitreux ont donné 0,70, 0,68; tandis qu'avant l'expérience les mêmes quantités avoient donné 0,21. Ce sont les mêmes résultats que présente la respiration.

Cette expérience nous apprend un des effets de l'air dans la respiration. Le sang veineux qui est envoyé au poumon est noirâtre. En passant par ce viscère, il s'impregne d'une portion d'air pur qu'il absorbe, & qui lui rend sa belle couleur rouge qu'on lui retrouve, soit dans l'artère pulmonaire, soit dans l'aorte. On

ne sauroit douter que ce ne soit l'effet de l'air pur, comme le prouve l'expérience précédente. On craindroit peut-être que l'air pur ne pût traverser le tissu des bronches pour arriver jusqu'au sang. Mais si on met du sang dans une vessie dont le tissu est bien plus épais que celui des bronches, on verra que toute la partie qui touche la surface de la vessie deviendra rouge, tandis que l'intérieur sera noirâtre. Cette couleur rouge est due à une portion d'air pur qui pénètre le tissu de la vessie pour arriver jusqu'au sang. La même chose a lieu dans le poumon. Toutes ces belles expériences, dues à M. Priestley, prouvent que le sang fournit à l'air pur un principe qui le vicie & le change en air acide & en air impur. M. Priestley croit que ces effets sont dus au phlogistique.

Mais le même phlogistique ne peut convertir l'air pur en air acide & en air impur. Il faut donc qu'il se trouve ici deux causes différentes pour produire deux effets différens. L'une sera le principe de la chaleur qui changera l'air pur en air acide, & l'autre sera l'air inflammable, qui le changera en air impur.

L'air inflammable ne peut être méconnu dans l'économie animale. Les animaux le rendent par l'anus, & il est aussi inflammable que tout autre air inflammable. Une partie de cet air

paſſe dans les ſecondes voies, circule avec le ſang & les autres liqueurs. Souvent il ſe dépoſe dans les cavités. Les obſervateurs en ont cité un grand nombre d'exemples. On a particulièrement celui d'un homme à qui on ouvrit l'abdomen, & il s'en échappa un air qui s'enflamma à la chandelle.

L'origine de cet air n'eſt pas difficile à trouver. Toutes les matières animales & végétales, qui fermentent & paſſent à la putréfaction donnent beaucoup d'air inflammable & d'air acide. Or les alimens dans le canal inteſtinal, ſubiſſent un mouvement de fermentation, ſe décompoſent & paſſent à la putridité. Il s'en dégagera donc de l'air inflammable & de l'air acide. La plus grande partie de celui-ci ſe combinera avec les liquides dans leſquels il ſe trouve. Il eſt d'une grande utilité dans l'économie animale. Nous en pouvons juger par les effets qu'il produit dans les uſages des eaux minérales, des liqueurs fermentées, &c.

Mais l'air inflammable n'eſt pas abſorbé auſſi facilement par les fluides aqueux. Il cherchera donc à ſe faire jour. Une autre partie paſſera dans les ſecondes voies avec la portion de l'air acide qui n'aura pas été abſorbée. Le ſang lui-même & toutes les autres liqueurs du corps qui tendent ſans ceſſe à la putréfaction donne-

ront aussi de ces airs. Il est donc bien certain qu'il y en a toujours une portion plus ou moins considérable, qui circule avec la masse des liquides.

Une partie de ces airs se combine sans doute & entre dans ces nouveaux produits que forment les forces vitales, tels sont les acides, les huiles, les sels, &c. qu'on retrouve dans les animaux, comme nous le prouverons par l'analyse. Quant à l'autre partie, la nature s'en débarrasse par tous les émonctoires, les selles, les urines, &c.

Chez un grand nombre de poissons, la nature met une partie d'air en réserve dans un réservoir particulier qu'on appelle vessie à air. Cette vessie leur est utile pour leurs mouvemens, parce qu'ils la vuident ou la gonflent suivant leur volonté. Mais on ignore si l'air qui y est contenu, n'a pas d'autres usages. J'ai cherché à m'assurer de sa nature.

J'ai plongé sous une cloche pleine d'eau la vessie d'air d'une carpe qu'on venoit d'ouvrir, & l'ai percée : 200 parties de cet air agitées dans l'eau de chaux, l'ont précipitée & ont été réduites à 1,69.

Une mesure de cet air & une d'air nitreux ont donné pour résidu 1,42, 1,44. Ainsi il con-

tenoit beaucoup plus d'air impur que l'air atmosphérique.

Mais les grands animaux rendent ils l'air par la transpiration, ainsi que le font les insectes? On ne connoît point de vaisseau qui pût favoriser cette transpiration; & même dans l'emphyseme, la timpanite, où l'air s'est répandu dans le tissu cellulaire, il ne s'échappe point au travers de la peau. Cependant M. le comte de Milly étant au bain, crut voir se dégager de sa peau une assez grande quantité d'air, pour le ramasser, & l'essayer; il y reconnut de l'air acide. J'ai tenté souvent la même expérience, & voici ce que j'ai observé. Lorsqu'on entre au bain, il se dégage de la surface de la peau quelques bulles d'air qui y étoient adhérentes. Mais lorsque ces premières bulles sont détachées, je n'en ai pas vu d'autres se succéder. On pourroit objecter que cela dépend de la qualité de l'eau, comme pour les plantes dont on ne peut bien retirer l'air qu'en employant l'eau de puits. J'ai donc essayé de tenir les bras plongés long-tems dans l'eau de puits bien fraîche, sans en voir dégager de l'air.

Cependant il doit s'échapper de l'air par la peau, mais il sera tenu en dissolution par

l'humeur de l'insensible transpiration, comme en tiennent toutes les autres liqueurs animales.

Le poumon qui transpire plus qu'aucune autre partie, exhalera donc aussi de ces airs qui seront dissous par l'humeur de sa transpiration. Mais on ne sauroit assurer si comme l'air pur pénètre à travers le tissu des bronches pour arriver jusqu'au sang, il ne pourroit pas aussi s'échapper du sang quelques portions d'air qui arriveroient jusques dans les ramifications de la trachée-artère. Les expériences suivantes sembleroient cependant prouver le contraire.

J'ai rempli de sang une petite cloche, & l'ai fait passer sous une autre plus grande & pleine d'eau. Il n'y a point eu d'air de dégagé, jusqu'au moment que la fermentation ne s'y est pas établie.

J'ai répété la même expérience à l'appareil au mercure, parce qu'on auroit pu dire que l'air acide avoit été dissous dans l'eau à mesure qu'il s'étoit dégagé; mais elle a présenté le même résultat que la précédente. Ainsi il ne paroît pas qu'il s'exhale aucune portion d'air du sang frais.

L'air acide formé dans l'acte de la respiration sera donc dû au principe de la chaleur. Ce principe combiné avec l'air pur produit constamment de l'air acide. Or ce principe est

très-abondant chez les animaux, qui tous ont une chaleur plus ou moins considérable.

Quant à la portion d'air impur qui se trouve toujours mêlé avec l'air acide dans la respiration, il a deux causes. Une partie peut être produite par la décomposition de l'air acide que nous avons vu s'opérer constamment, lorsqu'il est agité avec des fluides aqueux comme est la transpiration du poumon. Mais la plus grande partie de cet air a une autre origine.

L'air pur est changé en air impur, toutes les fois qu'il se trouve en contact avec de l'air inflammable, ou des corps qui en contiennent. Ainsi l'air pur exposé sur des charbons éteints dans le mercure, est converti en air impur, &c. l'air pur exposé sur le sang, est aussi converti en air impur. Mais dans l'acte de la respiration la partie d'air pur qui arrive jusqu'au sang, paroît s'y combiner, & vraisemblablement elle ne revient pas jusques dans les ramifications de la trachée-artère. Ce seront donc les émanations même du sang, qui s'échappant sous forme de la transpiration du poumon, se combineront avec l'air pur, & le chargeront en air impur. C'est une espèce d'*effluve* putride, c'est-à-dire, un mêlange d'eau, d'air inflammable combiné, & de quelques principes huileux & salins, se décomposant, & passant à la pu-

tréfaction, à-peu-près semblable à celui des matières animales qui commencent à se corrompre. Il produira sur l'air pur le même effet que le sang, le charbon, &c.

Les Physiciens qui regardent l'air acide comme une combinaison de l'air pur, avec la matière charbonneuse, sont obligés de dire, & ils le disent effectivement, que le sang contient beaucoup de charbon, que ce charbon traverse le tissu des bronches, & vient s'unir à l'air pur, pour en former de l'air acide.

J'ai déjà fait voir ailleurs le peu de fondement de cette opinion. 1°. L'air acide n'est point produit par la combinaison de l'air pur avec le charbon. 2°. Comment soutenir que le charbon pût traverser le tissu des vaisseaux qui contiennent le sang, la lymphe, & toutes les liqueurs dont est composé le sang? Certainement cette substance quelle qu'elle soit, est bien éloignée d'être le charbon que nous connoissons.

Il y a une observation essentielle à faire sur les phénomènes que présente la respiration des animaux. Les frugivores vicient beaucoup moins l'air, que ne le font les carnivores. L'air des étables des bêtes à cornes, est assez pur pour que la médecine ait cru pouvoir le conseiller dans les maux de poitrine; tandis que celui

où il y a plusieurs carnivores rassemblés est très-impur. Certains carnivores, tels que les serpens, la vipère, donnent des airs infects. Il faut convenir que dans ces cas l'humeur de l'insensible transpiration se trouve mêlée avec l'air respiré. Or cette humeur chez les carnivores est beaucoup plus alkalescente, & contient une plus grande quantité des principes qui vicient l'air pur.

On a aussi cru que la respiration des jeunes animaux vicioit moins l'air que celle des vieux, & ce sera par la même raison ; parce que leurs humeurs sont beaucoup moins alkalescentes.

La couleur noirâtre du sang veineux me paroît dûe à la portion d'air inflammable qui s'y trouve combiné, & réduit dans un état d'éthiops, le fer qui y est mêlangé.

J'ai mis du sang rouge sous des cloches pleines d'air inflammable. Il a passé promptement à la couleur noirâtre. L'air inflammable sulfureux produit le même effet. L'air impur l'y a fait passer moins vîte. Sa couleur a été moins altérée par l'air acide ; elle est devenue d'un rouge foncé.

Le sang noirâtre exposé sous une cloche pleine d'air pur, acquiert un rouge d'un vif éclatant. La couleur est un peu moins vive avec l'air commun. L'air acide lui donne celle

d'un rouge foncé, d'un rouge brun. Avec l'air impur, l'air inflammable, l'air ſulfureux, il ne change pas.

Toutes les expériences rapportées juſqu'ici, ne laiſſent aucun doute ſur l'utilité de l'air pur, dans l'acte de la reſpiration, il eſt le ſeul dans lequel les animaux puiſſent vivre. Ils périſſent dans tout autre; & l'air atmoſphérique n'entretient leurs vies, que par le quart d'air pur qu'il contient. Le fait eſt certain; mais la cauſe n'en eſt pas encore parfaitement connue.

Les airs acides, tels que l'air acide ſulfureux, l'air acide marin, &c. paroiſſent les tuer par leur qualité cauſtique, qui fait entrer le poumon en ſpaſme. L'air alkalin doit produire le même effet.

L'air nitreux tue promptement les animaux, parce que ſe combinant avec la portion d'air pur qui eſt dans leur poitrine, il forme auſſi-tôt de l'acide nitreux qui eſt mortel pour eux.

L'air acide ne peut pas plus ſervir à la reſpiration que les autres vapeurs acides. C'eſt ce que prouve une multitude d'expériences. Tous les lieux qui contiennent beaucoup d'air acide, comme la grotte du chien en Italie, ſont mortels aux animaux. Les ouvriers périſſent dans les galeries ſouterraines, d'où ſe dé-

gage de l'air acide. Les liqueurs ſpiritueuſes en fermentation, la vapeur du charbon embraſé, &c. cauſent des accidens journaliers. On a ouvert des animaux péris dans cet air, & on a obſervé que leurs parties les plus irritables, telles que le cœur, ne donnoient point ou peu de ſignes d'irritabilité.

Toutes ces eſpèces d'air privent donc l'animal de la vie, en partie par leurs qualités irritantes. Le poumon ſe trouvant en ſpaſme, ne peut plus faire ſes fonctions. Quand même il auroit une quantité ſuffiſante d'air pur.

Mais dans l'air inflammable bien lavé & dépouillé de la plus grande partie des ſubſtances ſalines, & dans l'air impur, quel eſt le principe qui tue les animaux ?

L'air impur ne paroît point dangereux par lui-même, il forme environ les 0,74 de l'air atmoſphérique, & même quelquefois plus. Les animaux n'en ſouffrent point, tandis qu'ils périroient dans un mélange d'un quart d'air pur, & des trois autres quarts d'air acide.

L'air inflammable eſt à cet égard comme l'air impur. Il n'a aucune qualité délétère par lui-même ; Schéele, Bergman, Pilâtre, l'ont reſpiré pluſieurs fois. Je l'ai auſſi reſpiré ſans être nullement incommodé.

Cependant cet air inflammable & cet air impur,

impur, quoique nullement pernicieux par eux-mêmes, ne peuvent cependant servir à la respiration, & les animaux y périroient bientôt. Il est vrai que ceux que l'art se procure sont le plus souvent mêlés avec des principes salins, acides, huileux, &c. Mais en les supposant très-purs, les animaux ne sauroient y vivre ? Quels sont donc les effets de l'air pur à cet égard ?

Il remplit plusieurs fonctions importantes dans l'acte de la respiration. La première est de contribuer à la chaleur animale. On a calculé que le sang veineux qui est apporté au poumon, n'a que 0,89,285 de la chaleur qu'il a lorsqu'il a passé par le poumon pour retourner au cœur, c'est-à-dire, que la chaleur de celui-ci est 0,10715 plus considérable que celle du premier. Il a donc acquis environ 0,10 de chaleur dans l'acte de la respiration.

Or suivant les expériences du docteur Crawford, la chaleur de l'air pur est 87,000 ; celle de l'air atmosphérique 18,670, & celle de l'air acide 0,270, toujours dans la supposition que celle de l'eau soit 1,000. L'air pur se combinant dans l'acte de la respiration, & se changeant en air acide & en air impur, abandonnera une partie de sa chaleur qui se communiquera au sang.

Cependant, la chaleur qu'acquiert le ſang dans le poumon, ne peut pas être toute attribuée à cette cauſe. La plus grande partie eſt due à l'augmentation de mouvement que reçoit le ſang dans ce viſcère. Cette accélération eſt dans le rapport de la maſſe du poumon à celle de tout le corps, puiſque le ſang de l'aorte qui fournit à toutes les parties, paſſe dans le même tems par le poumon. Cette circulation plus accélérée produira de la chaleur. Car toutes les fois que le mouvement muſculaire eſt augmenté comme dans la fièvre, les grands exercices, &c. la chaleur animale augmente dans les mêmes proportions, quoique l'acte de la reſpiration ſoit le même, & n'ait ſubi aucune variation. Par conſéquent la circulation, plus accélérée dans le poumon que dans le reſte du corps, contribuera encore plus à la chaleur animale, que la matière de la chaleur qu'y dépoſera l'air pur.

Enfin la fermentation que ſubiſſent toutes les liqueurs animales, ſera une troiſième cauſe de cette chaleur. Car il n'y a aucune fermentation ſans chaleur. Ces deux dernières cauſes ont bien plus d'effet que la première, & effectivement nous verrons bientôt que dans les inſpirations moyennes, il n'entre dans la poitrine qu'environ 12 pouces cubiques d'air, c'eſt-à-

ŝ;re, 3 pouces d'air pur. Or ces trois pouces ne dépofent pas toute leur chaleur, puifqu'il n'y en a peut-être pas la fixième partie d'altérée. Mais quand nous fuppoferions un pouce de vicié, la chaleur fpécifique d'un pouce d'air pur eft très-peu de chofe relativement à toute la capacité de la poitrine. Nous ne pouvons donc pas douter que la chaleur qu'acquiert le fang, en paffant dans le poumon, ne vienne principalement de ce que fon mouvement y eft accéléré.

Les anciens Phyfiologiftes difoient auffi que l'air *rafraîchiffoit le fang*, & ils avoient raifon. Nous avons vu que le fang contient une furabondance d'un principe quelconque, qu'on appellera phlogiftique, charbon, principe de la chaleur, peu importe. Mais ce principe altère fingulièrement le fang, le rend noir, épais, &c. Or l'air pur s'unit à ce principe, qui le change en air acide & en air impur. Le fang dépouillé de ce principe, perd fa couleur noirâtre qu'il avoit acquife dans les veines, & reprend la couleur vermeille du fang artériel; mais quelle eft la nature de ce principe?

Nous verrons en parlant de l'animalifation, que la nature chez les animaux combine fans ceffe dans leurs liqueurs une partie de feu,

de lumière, de matière de la chaleur, de fluide électrique, &c. que ces principes combinés altèrent tous les sucs qu'ils ont retirés des plantes, décomposent la portion d'air pur qui s'y trouve, font disparoître les acides végétaux, &c. &c. produisent le principe salin animal, l'alkali volatil, & font passer promptement les substances animales à la putridité. Or cette portion de feu, de lumière, se trouve toujours surabondante chez les grandes espèces d'animaux. C'est pourquoi elles ont besoin de beaucoup d'air pur pour l'absorber. Chez les vieux animaux, ce principe domine encore davantage, parce qu'il y a plus de tems que cette combinaison se fait. Aussi leur sang est-il en conséquence plus noir, leurs humeurs sont plus âcres; ils vicient davantage l'air pur, dont ils ont un plus grand besoin.

Il paroît donc en troisième lieu, qu'indépendamment de la portion de ce principe animal surabondant, qu'enlève la partie d'air pur changée en air acide, & en air impur dans les bronches, il se combine encore dans le sang une portion d'air pur, qui empêche la grande altération de l'acide végétal, & met des bornes à une trop grande production du principe salin animal.

Voilà donc trois effets que l'air pur produit dans l'économie animale : 1°, il y dépose de

la chaleur; 2°. il enlève au ſang un principe quelconque; 3°. il ſe combine en partie avec les liqueurs animales.

Tous ces effets nous indiquent bien quelques uſages de l'air pur dans la reſpiration. Mais il faut convenir qu'ils ne ſont pas entièrement ſatisfaiſans : car, 1°. la petite portion de chaleur que dépoſe l'air pur, ne peut pas être aſſez conſidérable en deux ou trois minutes, pour faire périr celui qui demeureroit ce tems ſans reſpirer. D'ailleurs cette chaleur pourroit être compenſée par des cauſes extérieures, telle qu'une température plus chaude, de l'exercice, &c. Les deux derniers effets ſont peut-être plus puiſſans, mais ne ſeroient pas ſuffiſans. Un noyé peut demeurer pluſieurs heures dans l'eau ſans être mort, quoique ne reſpirant pas, & on le rappelle à la vie en lui ſoufflant de l'air pur dans la poitrine. Tous ces faits, & beaucoup d'autres, me font croire que l'air pur produit encore d'autres effets ſur le poumon.

Il eſt reconnu des Phyſiologiſtes, que la cauſe première de la reſpiration eſt une irritation produite dans le tiſſu de ce viſcère. Ne ſeroit-il pas vraiſemblable qu'il n'y a que l'air pur qui puiſſe exciter cette irritation, que les airs acides tiennent le poumon en convulſion,

tandis que l'air impur & l'air inflammable ne peuvent exercer sur lui une action suffisante? C'est ce que j'ai tâché de constater par des expériences. Mais elles sont très-délicates à faire; & elles sont encore plus douloureuses pour l'ame sensible du philosophe.

J'ai pris des parties très-irritables, telles que le cœur des grenouilles, qui conserve son mouvement plusieurs heures après la mort de l'animal. J'en ai placé sous différens bocaux, dans l'un desquels il y avoit de l'air pur, dans un autre de l'air atmosphérique, dans un troisième de l'air inflammable, dans un quatrième de l'air impur, dans un cinquième de l'air acide. Celui qui étoit dans l'air acide a eu dans les premiers instans des mouvemens convulsifs & plus prompts, qui ont bientôt cessé. Dans l'air impur & l'air inflammable les mouvemens du cœur se sont soutenus beaucoup plus long-tems que dans l'air acide. Ils ont duré plusieurs heures dans l'air atmosphérique, & plus du double dans l'air pur. Il faut que ce petit viscère ne puisse pas se dessécher. Pour cela je le place sur le corps même de l'animal, qui est lui-même dans l'eau, sur laquelle est renversée la cloche. Quoique les résultats de ces expériences varient beaucoup, je crois cependant l'observation constante. Ainsi

il paroîtroit qu'il n'y a que l'air pur qui puiſſe entretenir l'irritation du cœur, puiſqu'il a ceſſé beaucoup plutôt dans tous les autres airs, mais ſur-tout dans l'air acide. J'ai auſſi expoſé dans ce même air acide un cœur de carpe, qui a battu beaucoup moins de tems qu'un autre qui étoit dans l'air atmoſphérique.

La cauſe de ce phénomène eſt très-difficile à aſſigner. On pourroit dire que l'air pur en ſe combinant, abandonne une partie de ſa chaleur. Or nous ſavons que la chaleur produit toujours une petite irritation. On ranime les mouvemens du cœur d'une tortue, d'une grenouille, en les échauffant. Peut-être que la chaleur qu'a contracté le ſang, en paſſant par le poumon, contribue auſſi à irriter ce viſcère, au lieu que les airs impurs n'ayant qu'une très-petite quantité de chaleur ſpécifique, ne peuvent produire le même effet. Le poumon ne ſe trouvant pas irrité, ne ſe contracte plus.

Mais vraiſemblablement l'air pur agit encore d'une autre manière ſur les parties irritables. Le principe de l'irritabilité doit réſider dans les nerfs : or le mouvement des nerfs ne peut guère s'exécuter, que par le moyen d'un fluide quelconque. En ſuppoſant comme je l'ai fait, que ce fluide eſt une eſpèce d'huile éthérée d'eſprit recteur, l'air pur exercera une

action très-marquée, une action puissante sur lui, d'après tous les effets que nous avons vu qu'il produit sur ces substances ; mais il est plus sage de nous en tenir aux faits, & d'abandonner l'explication de ce phénomène encore trop cachée.

L'air pur qui a ainsi pénétré dans le sang est bientôt dénaturé. Il est changé principalement en air acide & en air impur. Ces airs contribuent à la formation des différens principes qui se retrouvent chez l'animal.

Le végétal & l'animal ne peuvent donc vivre sans air. Mais les effets qu'ils produisent sur lui sont bien différens; le végétal vit dans les airs viciés, & l'air impur est celui qui paroît le mieux lui convenir. Il les dépouille du principe du feu, ou de la lumière qui les altère, & les chasse par sa transpiration sous forme d'air pur. L'animal au contraire ne peut se nourrir que d'air pur, & le convertit en air acide & en air impur. Nous trouverons la cause de cette différence dans les phénomènes que présentent la végétation & l'animalisation. La plante n'est nourrie que d'eau, d'air, de la lumière, du feu, du fluide électrique, &c. C'est avec ces différens principes qu'elle forme le corps muqueux, les acides, les huiles, la substance glutineuse, la partie colorante, &c. Ces subs-

tances contiennent beaucoup de principe inflammable. La végétation pour les former enlevera donc aux airs viciés toute cette portion de feu qui les altère, & les fera passer à l'état d'air pur.

L'animal, au contraire, reçoit du végétal, ou d'autres animaux, tous ces mêmes sucs préparés; savoir, du corps muqueux, de l'huile, des acides, &c. Les forces vitales n'ont qu'à les élaborer, & à les combiner avec la lumière, le fluide électrique, & sur-tout la matière de la chaleur qui est si considérable chez l'animal. Il se trouve donc une surabondance de ces principes, de la matière du feu, & de la chaleur. La nature cherche à s'en débarrasser, & c'est ce qu'opère l'air pur. Mais en même-tems, il se trouve altéré & vicié par ces combinaisons. Ces vérités seront encore mieux senties par ce qui nous reste à dire, & l'analyse des substances animales comparée avec celle des végétaux, ne permettra pas de douter que ce ne soit le vrai procédé de la nature.

On a cherché à déterminer la quantité d'air qui entre dans la poitrine à chaque inspiration, & celui qui en sort à chaque expiration. Ces expériences très-délicates à faire avoient été tentées par Borelli, par Jurin, mais ont été perfectionnées par Hales. Ce Physicien rem-

pliſſoit un ballon d'air, & en ſe fermant les narines, reſpiroit cet air par le moyen d'un conduit. Cet air reſpiré paſſoit auſſi-tôt dans un autre ballon plein d'eau. La capacité des deux ballons étant connue, il eſtimoit la perte qu'il y avoit eue. Il la trouva le $\frac{1}{68}$ du total, & néanmoins ne la porta qu'à un $\frac{1}{136}$ à cauſe des erreurs qu'il craignit s'être gliſſées dans ſon expérience. Or l'homme reſpire, dit-il, environ 20 fois par minute, & à chaque reſpiration moyenne il abſorbe 40 pouces cubiques d'air, ce qui donne 20 × 40 ou 800 pouces cubiques par minute, & 48,000 pouces par heure, qui diviſés par 136, donnent 353 pouces cubiques d'air abſorbés par heure, & 6 pouces par minute.

Le réſultat de Hales approche aſſez de la vérité, moyennant la réduction de moitié qu'il a faite dans ſon expérience, ſans nous dire pourquoi. Car d'après ſes données il ne pouvoit avoir cette quantité, & effectivement il y a pluſieurs cauſes d'erreur dans ſon expérience. 1°. Il faiſoit paſſer par l'eau, l'air qu'il avoit reſpiré. Or cette eau devoit néceſſairement abſorber une grande partie de l'air acide, ce qui n'étoit pas connu du tems de Hales. 2°. Il ſuppoſe avec le docteur Jurin, qu'à chaque inſpiration il entre 40 pouces cubiques d'air dans la poitrine, ce que je ne crois pas exact.

J'ai constaté par plusieurs expériences, que je puis expirer environ 55 pouces cubiques d'air dans les grandes expirations. Voici le procédé que j'emploie. Ayant fait une forte inspiration, je chasse dans une vessie tout l'air que je peux, par une expiration également forte. J'évite par là l'absorption de l'air acide, qui a lieu lorsqu'on fait l'expérience dans l'eau. On se rappelle que dans cette expiration il faut avoir soin de se bien fermer les narines. La vessie porte un robinet qu'on ferme aussitôt. La quantité moyenne de plusieurs expériences s'est trouvée être de 55 pouces cubiques.

Mais dans les inspirations moyennes, cette quantité n'est point aussi considérable. A chaque inspiration il n'entre pas plus de 8 à 10 pouces d'air dans ma poitrine. Supposons 10 pouces & 20 inspirations dans la minute, il entrera dans ma poitrine 200 pouces cubiques par minute, & 12,000 par heure.

Cette quantité déterminée, j'enferme la même vessie dans un ballon dont le col est coupé, de manière que le robinet soit hors du ballon. Je mets dans le ballon une certaine quantité d'eau, & je remplis d'air la vessie, de manière qu'elle fait sortir du ballon l'eau surabondante. Je respire pour lors l'air de la vessie

avec les précautions ordinaires, c'est-à-dire, ayant les narines fermées. La vessie contenant environ 40 pouces cubiques d'air, je puis y respirer 20 à 25 fois dans l'espace d'une minute, & je ferme le robinet avant que d'abandonner le tube de la vessie. Sur la fin je ne respire qu'avec la plus grande peine, & l'expérience finie, je suis obligé de faire plusieurs grandes inspirations à l'air libre. Il s'est fait un vide dans le ballon que je remplis d'eau; & j'ai par ce moyen d'une manière très-exacte la quantité d'air absorbée. D'après un grand nombre d'expériences, j'ai pris un résultat moyen, & il faut environ 6 pouces cubiques d'eau pour remplir le ballon. Par conséquent l'absorption a été de 6 pouces. L'air restant précipitoit l'eau de chaux, & après y avoir été bien lavé, éteignoit encore la bougie, &c. Et ainsi dans une heure, j'absorbe environ 360 pouces cubiques d'air atmosphérique, & dans les 24 heures, 8,640.

Or il entre dans ma poitrine 12,000 cubiques d'air par heure, 360 sont absorbés. C'est à-peu-près la trente-troisième partie.

J'ai répété la même expérience avec de l'air pur retiré du nitre. J'en ai introduit 40 pouces dans la vessie; quoique je l'eusse bien lavé, il lui restoit toujours une odeur d'acide nitreux.

Je ne l'ai pu refpirer que trois minutes ; & il a été diminué environ de 15 à 18 pouces. Le reftant bien lavé dans l'eau de chaux qu'il a précipitée abondamment, étoit moins pur qu'auparavant, mais plus pur que l'air atmofphérique. Ce qui prouve qu'il y en a eu une partie changée en air impur, & l'autre en air acide.

Cette dernière expérience confirme ce que j'ai dit fur la caufe de la mort des animaux dans l'air pur qui y périffent, quoique l'air foit encore très-pur. Ce qui ne peut être attribué qu'à la portion d'acide nitreux, dont cet air eft toujours imprégné.

Je dois avertir au refte, qu'il eft on ne peut plus difficile d'obtenir toujours les mêmes réfultats dans ces expériences, l'air contenu dans le poumon au moment où on commence à refpirer dans la veffie, & où on ceffe, y apporte toujours de grandes variations.



DE L'ANIMALISATION.

TOUTES les différentes ſubſtances que nous venons de voir chez le végétal, ſubiſſent de nouvelles modifications en paſſant chez l'animal : car les animaux tirent la nourriture des plantes, directement, comme les frugivores, ou indirectement comme les carnivores; par conſéquent tous les principes qui ſe trouvent dans l'économie animale, viennent en premier lieu des végétaux. Auſſi n'en eſt-il aucun de particulier à l'animal.

Les ſubſtances animales contiennent des mucilages, des huiles, des acides, des alkalis, des terres, des parties métalliques, &c. Les mêmes ſubſtances exiſtent chez le végétal; mais chez celui-ci les acides ſont très-abondans, & l'acide phoſphorique, ainſi que les principes de l'alkali volatil, ne s'y trouvent qu'en très-petite quantité; ſavoir, dans la ſubſtance glutineuſe. Chez l'animal, au contraire, il y a peu d'acide, excepté l'acide phoſphorique, qui eſt fort abondant, & on retire par la diſtillation une quantité conſidérable d'alkali volatil. Les liqueurs animales paroiſſent donc ſe rapprocher beaucoup de la

ſubſtance glutineuſe végétale. Les plantes crucifères ſont ici une exception, & tiennent un certain milieu entre le végétal & l'animal. Mais ſuivons le travail de la nature dans l'économie animale.

Les matières végétales introduites dans l'eſtomac de l'animal, ſe changent d'abord en chime, puis en chyle qui eſt une eſpèce de lait, ou émulſion végétale, contenant beaucoup d'huile. Ce chyle parvient dans le torrent de la circulation par la ſouſclavière. Il eſt auſſi-tôt porté au cœur, delà au poumon, où il eſt diviſé, atténué dans toutes les ramifications de l'artère-pulmonaire. Il y éprouve l'action de l'air. Revenu au cœur, il eſt envoyé dans toutes les parties du corps; ſa nature n'eſt point encore changée. Une partie va ſe dépoſer dans les mamelles, ſur-tout chez les femelles enceintes ou allaitant, & une autre dans le tiſſu de la matrice. Il ſe dépoſe du lait plus de douze heures après que l'animal a pris de la nourriture. Ce qui prouve que le chyle eſt long-tems à ſe dénaturer.

Dans le même tems la graiſſe & le ſuc médullaire des os s'en ſéparent ſans être non plus animaliſés. Car ce ſont encore des huiles végétales contenant beaucoup d'acide. C'eſt cet acide qui leur donne de la conſiſtance

comme au beurre, ou huile du lait. L'autre portion de cette même huile demeure dans la maſſe où elle paſſera à l'état d'huile animale.

La graiſſe elle-même s'animaliſe auſſi par un travail plus long de la nature. Car chez les animaux très-gras, & qui enſuite par une cauſe quelconque maigriſſent beaucoup, toute la graiſſe diſparoît, rentre dans la maſſe générale, & paſſe par conſéquent à l'état de ſubſtance animale. On doit donc regarder la graiſſe comme une ſécrétion d'une matière ſurabondante, que la nature n'a pas eu le tems d'élaborer, & qui par conſéquent a conſervé ſon caractère végétal; mais qui prendra celui d'animal, par une élaboration ſoutenue plus longtems. Revenons au chyle.

Il eſt capable de fermentation : car les tartares ſont dans un uſage immémorial de faire fermenter le lait, d'où ils retirent une liqueur ſpiritueuſe. Le chyle ſe trouvant donc dans un lieu chaud, avec une matière actuellement en fermentation, le ſang contractera le même mouvement, & va changer de nature. C'eſt ainſi que ſont formées toutes les liqueurs animales dont nous allons parler. Elles ſont d'abord toutes contenues dans le ſang, qu'on ne doit pas regarder comme une liqueur homogène,

gène, mais comme la liqueur principale formée du mélange de toutes les autres, ainſi que la sève l'eſt chez le végétal. Les différens ſucs ſe ſéparent enſuite de la maſſe générale dans différens organes particuliers, qu'on appelle ſecrétoires. Ils y acquièrent de nouvelles qualités par une fermentation ſoutenue plus long-tems.

La nature dans ce travail emploie la lumière comme dans celui de la végétation. Car la lumière n'eſt pas moins utile aux animaux qu'aux végétaux. Un animal qui en eſt privé, comme les malheureux qu'on renferme dans des cachots, comme les habitans des villes qui évitent toujours le ſoleil, &c. devient foible, grêle, délicat, en un mot, *s'étiole* ſi on peut ſe ſervir de ce terme dans cette circonſtance. C'eſt la principale cauſe de la grande différence qu'il y a entre l'enfant élevé à la campagne, & celui élevé à la ville.

Cependant ici comme chez le végétal, il y a des exceptions. La lumière paroît moins utile à quelques eſpèces d'animaux comme à la taupe, qui eſt le plus ſouvent en terre, &. ſur-tout à un grand nombre d'inſectes qui vivent ou en terre, ou dans des troncs d'arbres, &c.

Indépendamment de cette portion de lu-

mière que l'animal abſorbe, il s'y trouve encore une grande quantité de matière de la chaleur, comme nous l'avons vu. Ces deux principes, la chaleur & la lumière, ſe combinant avec les ſucs des végétaux dans le mouvement de fermentation animale les modifieront, & leur donneront un nouveau caractère. Ce ſera ſurtout leur portion d'air pur qui ſera altéré & changé en d'autres airs : car c'eſt l'effet conſtant que la lumière & la chaleur produiſent ſur l'air pur, de lui faire changer de nature.



DU LAIT.

LE lait est composé de trois parties, qu'on parvient facilement à séparer, par le simple repos; la séreuse, la caseuse, & la butireuse.

La séreuse se présente comme une eau limpide d'un léger jaune verdâtre, agréable au goût, &c. Elle contient, 1°. une petite portion d'alkali végétal ou de potasse, 2°. du sel marin de potasse, 3°. un corps muqueux ou partie extractive, 4°. le sucre de lait qui est la partie la plus épurée du corps muqueux, & qui cristallise.

Si on met dans un lieu chaud cette partie séreuse, qu'on appelle ordinairement petit lait, elle fermente & aigrit. C'est la portion extractive, & le corps muqueux qui subissent un mouvement de fermentation, & passent à l'acide, comme tous les corps muqueux. Nous avons vu que le lait entier subit la fermentation spiritueuse.

Ce petit lait contient en dissolution une terre animale que l'on peut précipiter par l'alkali ammoniacal caustique, ou l'eau de chaux.

Le sucre de lait est très-doux au goût; ce-

pendant ce n'eſt pas du ſucre pur. Il contient encore quelques autres principes.

A l'analyſe il donne les mêmes produits que le ſucre. J'en ai diſtillé demi-once; il s'eſt bourſoufflé dans la cornue, des vapeurs blanches ſe ſont élevées. Il s'eſt dégagé en même-tems 113 pouces d'air qui étoit un mélange d'air pur, d'air inflammable, d'air acide, & d'air impur. Il a paſſé de l'huile & de l'acide; mais comme l'a remarqué Schéele, cette huile quoiqu'empyreumatique, a une odeur particulière qu'il compare à celle de l'acide du benzoin. Nous retrouverons cet acide du benzoin dans les urines.

600 parties de cet air agitées dans l'eau de chaux, ont été réduites à 489.

Une meſure de celui-ci & une d'air nitreux ont donné 1,58.

Deux meſures de cet air & une d'air pur, détonées dans l'eudiomètre, ont laiſſé pour réſidu 1,40, 1,42.

Ce même ſucre de lait, traité avec l'acide nitreux, donne beaucoup d'acide ſaccharin.

Mais Schéele prétend en avoir encore retiré un autre acide particulier, qui préſente des phénomènes différens de ceux de l'acide ſaccharin. Il ne ſe diſſout que dans l'eau bouillante; l'eau froide n'a aucune action ſur lui.

Il s'unit avec les alkalis, les terres, les métaux, &c.

La partie caſeuſe du lait reſſemble entièrement à la ſubſtance glutineuſe, ou végéto-animale du froment. Nous avons déjà dit que Rouelle avoit fait avec la partie glutineuſe du froment une eſpèce de fromage. Mais cette partie caſeuſe n'eſt pas la ſubſtance glutineuſe pure. Elle contient encore de la partie muqueuſe ou ſucrée, & c'eſt celle ci qui lui fait ſubir la fermentation néceſſaire pour faire le fromage, car autrement elle paſſeroit tout de ſuite à la putridité.

J'ai diſtillé une once de cette partie caſeuſe, que j'avois fait deſſécher dans des ſoucoupes de porcelaine, il a paſſé d'abord une eau ou phlegme fade, enſuite de l'huile avec de l'air. Il ſe dégageoit en groſſes bulles blanches. La quantité d'air a été de 45 pouces. Sur la fin de la diſtillation, il a monté de l'alkali volatil, enfin il eſt reſté dans la cornue un charbon peu ſpongieux.

600 parties de cet air agitées dans l'eau de chaux l'ont précipité, & ont été réduites à 482.

Une meſure de cet air & d'air nitreux ont donné un réſidu de 146.

Cet air a brûlé d'une flamme bleue à l'approche d'une bougie allumée.

Deux mesures & une d'air pur détonées ont donné pour résidu 1,02, 1,04.

La partie caseuse se dissout dans les acides & dans les alkalis. J'ai versé de l'alkali volatil caustique dans cette partie caseuse ; elle s'est dissoute. J'y ai ensuite ajouté du vinaigre, & je n'ai pas senti d'une manière sensible l'odeur d'air inflammable sulfureux, que Schéele dit avoir cependant éprouvée.

Le même Chimiste a aussi observé que l'acide retiré du petit lait, & tenu en digestion pendant quelques jours sur le plomb, le dissout. Il se forme un sédiment blanc qu'il dit être un vrai vitriol de plomb. Nous retrouverons cet acide vitriolique dans le vitriol de natron, & le vitriol calcaire, qui se retirent de l'urine, &c.

La troisième partie du lait est la butireuse. Le beurre est une huile de la nature des huiles inessentielles végétales, dont nous parlerons ailleurs.

Enfin le lait contient une terre, qui est de la terre calcaire unie à l'acide phosphorique.



DE LA LIMPHE ANIMALE.

Nous avons reconnu chez les végétaux deux espèces principales de limphe ; l'une qui est le corps muqueux, la partie amilacée, & le sucre ; l'autre qui est la substance glutineuse. Elles se retrouvent également chez l'animal, mais avec des modifications particulières.

Lorsqu'on fait infuser ou bouillir dans l'eau des substances animales, elle en extrait une matière gélatineuse douce, savoureuse, qu'on appelle gêlée animale; elle répond au mucilage des végétaux. Si on la laisse séjourner quelque tems dans un lieu chaud, elle subit un mouvement de fermentation, elle prend d'abord un goût aigre très-décidé, & bientôt après passe à la putréfaction.

Toutes les liqueurs animales contiennent une plus ou moins grande quantité de cette limphe en dissolution. La partie séreuse du sang, les eaux des hydropiques, les larmes, la bile, l'urine, la salive, les sucs gastriques, &c. en sont plus ou moins chargés.

On trouve dans cette limphe une partie sucrée. C'est, je crois, M. Poulletier de la Salle qui en a parlé un des premiers. Dans la cuis-

son des parties musculeuses, il apperçut une portion qui se comportoit comme le sucre. Il est facile de faire cette observation dans les chairs roties. On voit à leur surface une espèce de caramel, & qui paroît dû à une portion sucrée qui a éprouvé le degré de feu suffisant pour le faire passer à cet état.

M. Berthollet a depuis démontré cette partie sucrée, dans presque toutes les substances animales : car en les traitant avec l'acide nitreux, il en a retiré de l'acide saccharin. Les portions musculeuses, les poils, les ongles, la soie, &c. lui ont donné plus ou moins de cet acide.

Il paroît que cette partie sucrée dans les grands animaux, est celle du lait, ou le sucre de lait qui n'est pas dénaturé. Mais tout cet acide saccharin ne vient point de cette partie sucrée. Il y en a une portion due à la partie mucilagineuse ou extractive. Le ver-à-soie ne peut pas contenir le sucre de lait, & cependant la soie donne de l'acide saccharin, qui par conséquent ne peut être dû qu'à une partie muqueuse ou extractive.

La limphe gélatineuse animale a de grands rapports avec le mucilage des plantes. Le bouillon ou gêlée animale ressemble beaucoup aux gêlées végétales; elles sont également solubles dans l'eau, transparentes, &c.

Mais ces deux gélées préſentent d'ailleurs beaucoup de différences. La gêlée végétale aſſez étendue d'eau, & expoſée à un degré de chaleur ſuffiſant, paſſe à la fermentation ſpiritueuſe & enſuite à l'acéteuſe, ſi la fermentation eſt portée plus loin, enfin elle moiſit & devient vapide.

La gelée animale, au contraire, dans les mêmes circonſtances, prend bien un petit goût aigre ; mais tout de ſuite paſſe à la fermentation putride, ſe liquéfie, prend une odeur très-fétide, & il s'en dégage de l'alkali volatil.

La gèlée tirée des jeunes animaux aigrit plus promptement. C'eſt ce que l'expérience journalière apprend. De la gêlée faite avec de la chair de veau, paſſe plus vîte à l'aigre que celle faite avec la chair de bœuf, & cela n'eſt pas ſurprenant : car chez les jeunes animaux les liqueurs contiennent beaucoup plus d'acide développé. On retrouve dans l'eſtomac des veaux une liqueur acide très-forte, dont on ſe ſert pour faire cailler le lait.

La gelée des animaux carnivores paſſe plus promptement à l'alkaleſcence, & donne une odeur plus fétide. Les cadavres des rats, des ſerpens, &c. donnent une odeur beaucoup plus infecte que ceux des autres animaux, & parvient plutôt à la putréfaction.

La gelée animale donne à la distillation, 1°. un phlegme fade & insipide, 2°. une huile légère, 3°. de l'alkali volatil, 4°. beaucoup d'air.

J'ai mis deux onces de gelée animale fraîche dans une cornue, avec l'appareil pneumato-chimique, & j'ai distillé. Il a passé un phlegme ou eau fade, puis de l'huile, de l'alkali volatil, & enfin 67 pouces d'air.

600 parties de cet air agitées dans l'eau de chaux, l'ont précipitée, & ont été réduites à 391.

Une mesure de cet air & une d'air nitreux ont laissé un résidu de 1,85.

Cet air a brûlé d'une flamme bleue à l'approche d'une bougie allumée.

J'ai mis dans une petite cornue deux onces de la partie musculeuse de chair de bœuf bien dépouillée de toute graisse, & j'ai rempli la cornue d'eau qui avoit bouillie long-tems. J'ai plongé pour lors le bec de la cornue dans l'eau de la cuve, & ai ensuite procédé à la distillation ; dès que la chaleur a été au degré de l'ébullition, l'eau réduite en vapeurs a passé, la chair a pour lors commencé à donner des vapeurs. Il s'est dégagé 51 pouces d'air, de l'huile qui a gagné la partie supérieure de la cloche, & de l'alkali volatil. Il est resté un charbon spongieux qui pesoit 31 grains.

Cet air agité dans l'eau de chaux l'a précipité abondamment; 600 parties ont été réduites à 3,95 : ainsi cet air contenoit 2,05 d'air acide, c'est-à-dire, environ un tiers.

Une mesure de ce dernier air & une d'air nitreux ont donné un résidu 1,82. Ce qui annonce qu'il contenoit une très-petite portion d'air pur. Cependant comme nous avons vu que l'air impur bien agité dans l'eau s'améliore assez pour être plus ou moins absorbé par l'air nitreux, il se pourroit que l'absorption qui a lieu ici, fût due en partie à cette cause, & pour lors on ne pourroit pas dire avoir retiré dans cette analyse autant d'air pur. Cependant j'aimerois mieux croire qu'il y en reste une petite portion.

Le reste de cet air à l'approche d'une bougie allumée a brûlé avec une flamme bleue sans détonation.

J'ai essayé de le faire détoner dans l'eudiomètre de Volta ; deux mesures & une d'air pur ont détoné une fois , & ont laissé pour résidu 3,32. Cette expérience est assez singulière. Il y a eu ici augmentation d'air. M. Priestley a fait voir que l'étincelle électrique tirée dans l'alkali volatil, il y avoit augmentation, ou plutôt production d'air. Ici l'air con-

tient de l'alkali volatil. Ce sera donc à la même cause que sera due cette augmentation.

La seconde espèce de limphe animale est la glutineuse, elle est très-abondante chez l'animal. C'est elle qui constitue la partie fibreuse du sang, la coëne, &c. On la trouve très-pure dans le cristallin & l'humeur vitrée de l'œil, dans le blanc d'œuf, &c.

Cette limphe paroît répondre à la partie caseuse du lait, & à la partie glutineuse végétale. Mais celles-ci sont encore mêlangées d'une partie du corps muqueux, tandis qu'il paroît que la substance glutineuse animale n'en contient plus, ou beaucoup moins.

Il paroît que c'est cette limphe glutineuse qui constitue la fibre animale, elle est à peu près insoluble dans l'eau; ce qui donne la solidité aux parties: car la fibre animale, le tissu cellulaire paroissent uniquement formés de cette espèce de limphe.

Je dis que cette limphe glutineuse est à-peu-près insoluble dans l'eau, parce qu'effectivement elle s'y dissout. M. d'Arcet a prouvé que le blanc d'œuf peut se dissoudre dans l'eau avec certaines précautions. Il a pris 24 blancs d'œufs, qu'il a délayés dans trente pintes d'eau froide. Il l'a ensuite fait bouillir

& évaporer au point qu'il ne restoit plus que deux pintes, & le blanc d'œuf n'a pas été coagulé. Cette expérience nous apprend comment la limphe glutineuse peut être tenue en dissolution dans les liqueurs animales à un certain degré de chaleur.

Mais cette limphe glutineuse se dissout dans les alkalis, sur-tout à l'état de causticité. C'est pourquoi la fermentation la liquéfie, & que toute la fibre animale, toutes les chairs se résolvent en une sanie putride par la putréfaction.

J'ai mis une once de blancs d'œufs dans une cornue, que j'ai remplie d'eau qui avoit bien bouilli Le bec de la cornue plongé dans l'eau j'ai procédé à la distillation; j'ai obtenu comme de la limphe gélatineuse, 1°. un phlegme ou partie aqueuse, fade & insipide, 2°. une huile légère, 3°. de l'alkali volatil, 4°. un charbon léger & spongieux, dont on peut retirer de l'acide phosphorique, 5°. 31 pouces de différens airs, savoir, de l'air inflammable, de l'air acide, de l'air impur & de l'air pur. Enfin, il est demeuré un charbon spongieux.

600 parties de cet air introduites dans l'eau de chaux, l'ont précipitée abondamment & ont été réduites à 386.

Une mesure de cet air & une d'air pur ont laissé un résidu de 186.

J'ai ensuite fait détoner deux mesures de cet air & une d'air pur, le résidu a été 205, & il a précipité l'eau de chaux.

Le blanc d'œuf présente un phénomène assez singulier. Il s'en dégage une odeur hépatique ou d'air inflammable sulfureux par la cuisson. On sait que les œufs qui passent à la putréfaction donnent la même odeur. Cependant jusques ici on n'a pas pu retirer le soufre de ces substances. Je serois donc assez porté à le regarder comme un produit nouveau. Nous avons déjà vu le même phénomène relativement au fromage, & nous le verrons également dans beaucoup d'autres circonstances.

J'ai délayé des blancs d'œufs dans de l'eau, & j'ai ensuite laissé reposer la liqueur. Il ne s'est point précipité de soufre.

Le blanc d'œuf dans sa combustion ne présente jamais l'odeur d'acide sulfureux. Il paroîtroit donc que le soufre n'y existe pas en nature. Il pourroit y être sous forme d'acide vitriolique.

J'ai mis du plomb dans de l'eau où le blanc d'œuf étoit délayé, & je n'ai pas eu de vitriol de plomb, comme Schéele dit en avoir obtenu du petit lait. Il se pourroit cependant que l'acide vitriolique fût ici plus engagé. Car nous savons qu'il se trouve dans l'économie animale,

puiſqu'on en retire des ſels vitrioliques, tels que le vitriol de natron, le vitriol calcaire, &c.

La grande différence qui ſe trouve entre les limphes animales & végétales, eſt que celles-ci contiennent une huile en général plus peſante, 2°. beaucoup d'acide; au lieu que de la limphe animale on retire une huile plus légère & beaucoup d'alkali volatil.

Quant aux airs que fourniſſent ces mêmes ſubſtances, il y a auſſi une aſſez grande différence. Les limphes végétales ou corps muqueux en fourniſſent une beaucoup plus grande quantité que les limphes animales. Une once de ſucre, une once d'amidon, m'ont donné plus de 200 pouces d'air, & certainement en contiennent encore davantage, car il en eſt demeuré une portion dans le charbon, & il a paſſé de l'huile & de l'acide non décompoſé. Enfin, une once de tartre donne plus de 500 pouces d'air; tandis qu'une once de chair de bœuf, une once de blanc d'œuf, &c. ne donnent guère que 30 à 35 pouces d'air. Ainſi la différence eſt bien conſidérable. Il faut convenir à la vérité que la décompoſition eſt moins parfaite ici, parce qu'une partie des principes paſſe en alkali volatil ou ammonical. Néanmoins en tenant compte de cet alkali, il ſe dégage moins d'air des uns que des autres.

La qualité des airs dégagés préſente auſſi des différences aſſez conſidérables. Celui que fournit le corps muqueux végétal, le ſucre de lait, &c. contient beaucoup plus d'air pur. Car une meſure & une d'air nitreux ne laiſſent pour réſidu que 1,35 juſqu'à 1,60, 1,70, ſuivant les différens momens de l'expérience. Tandis qu'une meſure de celui retiré des limphes animales & une d'air nitreux, laiſſent un réſidu de 1,80 à 1,95.

La quantité d'air acide paroît un peu plus conſidérable dans les airs obtenus des gelées animales. Car en général il en contient plus d'un tiers, & les gelées végétales en contiennent un peu moins que le tiers. Cependant la différence n'eſt pas conſidérable.

Enfin, il paroît y avoir plus d'air impur dans les matières animales. L'air inflammable qu'on en retire brûle avec une flamme bleue à l'air, & détone difficilement dans l'eudiomètre. Le réſidu eſt conſidérable. La détonation des airs inflammables retirés des ſubſtances végétales eſt plus forte, & le réſidu eſt moins conſidérable.

Il eſt facile de découvrir la cauſe des différentes qualités de ces airs. Les ſubſtances animales contiennent peu d'acide, & beaucoup d'un principe qui paſſe facilement à l'état d'alkali volatil ou ammoniacal. Or l'alkali volatil

en

en se décompofant donne beaucoup d'air inflammable & d'air impur.

Les gelées végétales au contraire, sont chargées de beaucoup d'acides. Or nous avons vu que les acides végétaux donnent à la distillation une assez grande quantité d'air pur.

Mais l'alkali volatil existe-t-il tout formé dans les limphes animales. C'est ce qui ne paroît pas.

J'ai mis dans de l'acide marin de la chair de bœuf, de la chair de veau, &c. & les ai laissées digérer. Ces chairs se sont d'abord racornies. Vingt-quatre heures après j'ai versé une petite portion de ces acides dans des verres & y ai ajouté de la chaux en poudre, des alkalis fixes caustiques, sans avoir la moindre vapeur ammoniacale.

Les chairs ont demeuré dans l'acide, les fibres se sont séparées. La petite portion de graisse s'est amassée & a surnagé. Au bout de quatre jours j'ai pris une seconde fois de ces acides, & ai versé de la chaux, de l'alkali caustique, sans avoir d'odeur d'alkali ammoniacal. Au bout de dix jours, les mêmes expériences n'ont pas plus donné d'alkali volatil. Je pense donc qu'il n'existe pas une quantité sensible d'alkali ammoniacal dans les matières animales.

Mais ces limphes animales ont un acide qui ſe manifeſte lorſqu'elles fermentent, avant que d'arriver à la putréfaction. C'eſt cet acide qui, lorſqu'on traite ces ſubſtances par l'acide nitreux, fournit l'acide ſaccharin. Nous ne l'avons point trouvé dans la diſtillation. Qu'eſt-il donc devenu ? Je préſume qu'il a été décompoſé pour former l'alkali volatil. Cet acide, que je regarde comme celui du corps muqueux végétal, eſt altéré chez l'animal par les forces vitales, & forme ce que j'appelle *principe ſalin animal.* C'eſt ce principe qui ſe convertit tout entier en alkali volatil, comme je le prouverai ailleurs.

Je penſe donc que l'acide végétal eſt élaboré par les forces vitales. Une partie de ſon air pur eſt altérée par la combinaiſon d'une nouvelle portion de lumière, de matière de la chaleur, &c. & au moindre degré de feu, il finit par tout ſe dénaturer & paſſe à l'état d'alkali ammoniacal. Ainſi il me paroît que tout l'alkali qu'on retire de ces ſubſtances vient premièrement d'un acide, & que ſoit dans les plantes crucifères, ſoit dans la partie glutineuſe végétale, ſoit dans les ſubſtances animales, il n'y a que peu ou point d'alkali volatil tout formé.

Cependant il ſe pourroit qu'il y en eût quel-

que portion combinée avec un acide, fous forme de sel ammoniacal quelconque. Tel est le sel fusible où phosphorique ammoniacal; quoique je croirois plutôt qu'ici l'alkali est le produit de la putréfaction qu'éprouve l'urine avant qu'on puisse le retirer.

Enfin, nous avons vu qu'un grand nombre de substances végétales qui contiennent beaucoup de substances glutineuses, ne donnent cependant point d'alkali ammoniacal à la distillation. Ici nous avons le phénomène opposé. Les matières animales contiennent beaucoup de matière sucrée, & à la distillation ne donnent point d'acide. Il est donc décomposé par l'action du feu.



DES HUILES ANIMALES.

ON peut diviſer les huiles animales en deux eſpèces. Les unes paroiſſent peu différentes des huiles végétales ineſſentielles, telles ſont le beurre, la graiſſe & le ſuc médullaire. Les autres ſont celles qu'on retire des ſubſtances animales même par la diſtillation, & qu'on doit regarder comme vraiment animales.

Le célèbre Schéele, en traitant la graiſſe avec la litharge, comme il avoit traité l'huile d'olives, en a retiré également un principe doux & ſucré.

On avoit obſervé ſans doute de tout tems qu'en faiſant cuire le beurre, pour faire ce qu'on appelle *le beurre fondu*, il ſe dépoſoit une matière mucilagineuſe, douce, &c. Il paroît que cette partie contribue beaucoup à faire rancir le beurre, puiſque lorſqu'il en eſt dépouillé, il ſe conſerve mieux. Mais en même tems il acquiert une ſaveur un peu différente, & qui n'eſt point auſſi agréable que celle qu'il avoit auparavant. Néanmoins il ne prend point cette odeur & cette ſaveur déſagréables qu'a l'huile d'olives lorſqu'on l'a dépouillée de ſon principe doux.

J'ai traité avec l'acide nitreux ce principe doux que dépose le beurre en se fondant, & j'en ai retiré l'acide saccharin.

Lorsqu'on soumet à la distillation le beurre ou la graisse, on en obtient à peu près les mêmes produits que des huiles inessentielles.

J'ai mis deux onces de beurre très-frais dans une petite cornue dont j'ai plongé le bec dans l'eau sous une cloche, & j'ai d'abord chauffé légèrement. Le beurre a commencé à fondre, l'air des vaisseaux a passé. Le feu augmentant, le beurre est entré en ébullition. Une partie s'est volatilisée; une autre, par l'ébullition, a coulé hors de la cornue. Quelque tems après il s'est élevé des vapeurs blanchâtres dont la cornue a bientôt été remplie. J'ai substitué pour lors une autre cloche, & j'ai retiré 38 pouces d'air qui n'étoit nullement mêlé avec l'air atmosphérique. Il est demeuré au fond de la cornue une légère couche charbonneuse. Il surnageoit sur l'eau de la cloche une huile épaisse, brune, & une partie de beurre qui n'a pas été décomposée, & qui avoit repris son état concret. L'odeur étoit très-désagréable & analogue à celle de l'huile d'olives distillée.

J'ai répété l'expérience en ajustant un ballon tubulé avec l'appareil de M. Woulfe. L'huile & l'eau ont demeuré dans le ballon. J'en ai

versé dans l'infusion de tournesol qui a été rougie.

600 parties de cet air agitées dans l'eau de chaux, ont été réduites à 4 8.

Une mesure de cet air agité dans l'eau de chaux & une d'air nitreux ont donné un résidu de 1,42, qui a légèrement troublé l'eau de chaux.

Cet air s'est enflammé en en approchant une bougie allumée.

Deux mesures détonnées avec une d'air pur ont donné pour résidu 0,95.

J'ai également distillé le beurre de cacao. Il m'a donné des produits analogues à ceux-ci; il a passé une eau qui a rougi le suc de tournesol, puis de l'huile très-colorée. Une partie du beurre a passé en nature, enfin, beaucoup d'air qui, dans les différens essais, s'est comporté comme celui du beurre.

La graisse de bœuf ou suif distillé, donne encore les mêmes produits. J'ai mis deux onces de suif de bœuf dans une cornue; il s'est dégagé un phlegme ou eau qui a rougi le suc de tournesol, puis une huile épaisse. Une partie du suif a passé sans être décomposé. Enfin il y a eu beaucoup d'air, savoir, 47 pouces; & il est demeuré une couche charbonneuse au fond de la cornue.

600 parties de cet air agitées dans l'eau de chaux ont été réduites à 4,25.

Une mesure de celui-ci & une d'air nitreux ont laissé un résidu de 1,47.

Deux mesures détonées avec une d'air pur ont laissé un résidu de 0,99, 1,02.

On ne peut donc s'empêcher de regarder le beurre, la graisse, le suc médullaire, comme des huiles végétales semblables au beurre de cacao, à l'huile d'olives; c'est-à-dire, des acides végétaux saturés d'air inflammable. Ces huiles n'ont pas encore été élaborées par les forces vitales & ne sont point animalisées. Mais lorsque la nature les aura travaillées, elles perdront leur caractère végétal, & prendront entièrement la nature des substances animales. C'est ce que nous voyons s'opérer dans les animaux très-gras & qui maigrissent ensuite.

On peut d'autant moins douter que ces substances ne soient des acides, qu'on peut retirer cet acide sans le décomposer. Les célèbres Chimistes de Dijon ont jetté de la chaux vive dans du suif fondu. Ils ont obtenu un sel sébacé calcaire, dont ils ont ensuite dégagé l'acide, en faisant dissoudre ce sel dans l'eau & y ajoutant de l'acide vitriolique, qui s'unit à la terre calcaire, & laisse l'acide sébacé libre.

M. Crell a fait un grand nombre de belles

expériences sur ces acides ; ce célèbre Chimiste a prouvé que l'acide sébacé étoit de la même nature que celui du beurre de cacao, ce qui ne permet pas de douter que l'acide sebacé ne soit un acide végétal, & que par conséquent la graisse, le suc médullaire ne soient des huiles vraiment végétales, qui néanmoins pourroient être mêlées avec quelques substances animales, qui y seroient interposées. Car le même Chimiste dit avoir retiré de l'acide phosphorique de la graisse. Cependant j'aimerois mieux croire que cet acide phosphorique étoit étranger à la graisse, & appartenoit à quelque matière animale, comme du tissu cellulaire qui y seroit demeuré. Au moins n'ai-je point apperçu d'indices d'acide phosphorique dans le charbon du suif bien pur. Mais je regarderois volontiers cet acide sébacé comme l'acide des huiles inessentielles végétales, bien différent de celui du corps muqueux.

L'huile vraiment animale est celle qui se tire des parties animales par la distillation. Lorsqu'on distille des parties animales, on obtient une huile légère très-combustible, douce, &c. qui possède, enfin, la plus grande partie des propriétés des huiles végétales. Mais à la distillation, elle ne donne que de l'alkali volatil & point d'acide.

L'huile qu'on obtient par ce procédé, eſt ordinairement noire, épaiſſe, & a une odeur empireumatique, mêlée d'alkali ammoniacal. Mais en la rediſtillant au bain marie, on a une huile tenue, fluide & très-volatile.

J'ai mis deux onces de la première eſpèce dans une petite cornue, dont j'ai plongé le bec dans l'eau ſous une cloche, & ai procédé à la diſtillation. Dès que l'huile a commencé à bouillir, il s'eſt élevé une vapeur, qui étoit de l'huile même réduite en vapeurs & moins colorée; il a paſſé en même tems beaucoup d'air que j'ai reçu en différentes cloches. Cet air avoit l'odeur d'un alkali volatil empireumatique. L'huile a continué à monter. Enfin, il eſt demeuré dans la cornue un charbon rare, ſpongieux, très-luiſant & abſolument ſemblable à celui de la chair de bœuf. Il différoit par conſéquent abſolument du charbon des huiles végétales, qui ne laiſſent qu'un léger enduit charbonneux au fond de la cornue. Ce charbon peſoit 21 grains.

Il y avoit 52 pouces d'air. Mais je n'ai pu apprécier la quantité d'huile qui s'eſt volatiliſée.

600 parties de cet air agitées dans l'eau de chaux ont été réduites à 4,78.

Une meſure de cet air & une d'air nitreux ont donné un réſidu de 1,89.

Deux mesures de cet air & une d'air pur détonnent avec beaucoup de force dans le pistolet de Volta. C'est à cause de la portion huileuse qu'il contient. J'ai quelquefois observé que le résidu étoit plus que 3,00. Par conséquent il y avoit eu augmentation d'air par la décomposition d'une portion d'huile ou d'alkali volatil. Mais le plus souvent il y a une diminution plus ou moins considérable. Le plus souvent le résidu est de 2,00.

Il faut observer que tous ces airs ne peuvent point détonner avec l'air pur dans l'eudiomètre avant qu'ils aient été dépouillés de leur air acide, & après la détonation le résidu précipite encore l'eau de chaux, & il y a une diminution de 8 à 10 degrés.

Ces huiles animales, par des distillations répétées avec soin, peuvent être amenées à un grand état de ténuité & de volatilité. Leur couleur est jaune, ambrée; mais elles noircissent bientôt à l'air.

J'en ai mis sous une cloche pleine d'air pur & reposant sur le mercure. En huit jours, elle a absorbé quinze fois son volume d'air, est devenue noire & le résidu étoit impur. Introduit dans l'eau de chaux, il l'a précipitée.

Une mesure & trois d'air nitreux ont donné 1,15, & auparavant ils avoient donné 0,17.

Les animaux comme les végétaux contiennent deux espèces d'huiles vraiment animales. L'une, qui est celle dont nous venons de parler, doit être mise au nombre des huiles grasses ou inessentielles ; & l'autre se rapproche plus des huiles essentielles végétales.

Je range dans cette seconde classe le musc, le castoreum, & toutes les substances analogues que donnent un grand nombre d'animaux, tels que la fouine, le putois, la bellette, les gazelles, &c. Ces substances sont, ainsi que les huiles végétales essentielles, très-volatiles, solubles dans l'esprit-de-vin, ont une odeur très-vive, ont beaucoup d'activité, &c. Elles sont d'abord fluides, & s'épaississent avec le tems, sans doute à la manière des résines, en absorbant de l'air pur & perdant de l'air inflammable ou autres principes. Car ces substances paroissent beaucoup se rapprocher des résines.

J'ai mis deux gros de castoreum dans une petite cornue, dont j'ai plongé le bec sous une cloche pleine d'eau, & ai procédé à la distillation. Dès que la matière a commencé à chauffer, elle s'est fondue & boursouflée. Il a passé un premier air, qui étoit celui de la cornue, chargé de l'odeur de la substance. Elle s'est décomposée, & a donné des vapeurs ; a succédé un air qui venoit de cette décomposition,

& il brûloit avec une flamme bleue. Il a coulé en même tems une huile qui s'eſt épaiſſie dans l'eau & précipitée. Enfin la cornue étant chauffée à rougir, il eſt demeuré un charbon léger, ſpongieux, qui ne reſſembloit point à celui des huiles animales, mais plutôt à celui des corps muqueux. Enfin, j'ai eu de l'alkali volatil.

Je m'en ſuis aſſuré en promenant deſſus ces produits & dans la cornue, un tube de verre mouillé d'acide marin. On ſait que s'il y a un atôme d'alkali volatil, en ſe combinant avec l'acide marin, il ſe forme une vapeur viſible.

Je n'ai pu eſtimer la portion d'huile qui a paſſé & qui eſt demeurée au col de la cornue.

Tout l'air qui s'eſt dégagé étoit de 23 pouces & demi.

600 parties agitées dans l'eau de chaux ont été réduites à 502.

Une partie de celui-ci & une d'air nitreux ont donné pour réſidu 1,82.

Deux meſures du même & une d'air pur ont détoné avec beaucoup de force, & le réſidu a été 0,81, par conſéquent beaucoup moins conſidérable que celui que laiſſoit la ſubſtance animale.

J'ai répété l'expérience avec l'appareil de M. Woulfe, & j'ai toujours eu de l'alkali volatil & une huile peſante. En ſorte que cette ſubſ-

tance paroît devoir être rangée dans le genre des résines, mêlée avec des substances animales.

Rouelle le jeune avoit retiré de l'urine de vache un sel semblable au benzoin.

M. Poulletier de la Salle, en distillant les pierres biliaires, qui paroissent être une concrétion de la bile de la vésicule du fiel, obtint sur la fin de l'opération, un sel qui avoit les plus grands rapports avec les fleurs de benzoin.

Effectivement, lorsqu'on distille la bile, il se dégage un principe volatil dont l'odeur m'a paru assez analogue à celle du benzoin, ou plutôt à celle que donne le sucre de lait, que nous avons déjà vu se rapprocher de celle du benzoin, & cela doit être, puisque la bile est ordinairement mêlangée avec une portion de lait. Enfin, la bile elle-même se dissout dans l'esprit de vin, s'unit aux huiles comme les corps savoneux, contient beaucoup de natron libre & plusieurs sels neutres, comme l'a fait voir M. Cadet. La bile doit donc être considérée comme une substance savoneuse qui est mêlangée d'un grand nombre de principes différens, & particulièrement d'un principe analogue au benzoin.

Les airs que j'en ai retirés sont analogues à ceux des autres substances animales.

Schéele a retrouvé, dans le sucre de lait,

le même benzoin. Il dit auſſi avoir retiré de la pierre de la veſſie un ſel acide fort analogue à celui du ſuccin. Ce pourroit bien être toujours celui du benzoin qui ſeroit maſqué. Car il eſt ſi difficile de diſtinguer toutes ces ſubſtances au travers des matières animales, qu'on peut aiſément être induit en erreur.

Lémeri dit que la fiente du pigeon & de pluſieurs autres oiſeaux ſent le muſc. Il eſt donc probable qu'il y a une ſubſtance réſineuſe dans la plupart des matières animales, qui ſe préſente ſous différentes formes, ſoit celle du benzoin, ſoit celle du muſc, du ſuccin, du caſtoreum, &c. eſt-ce la même ſubſtance? Nous n'avons pas encore aſſez d'expériences pour le décider. C'eſt un champ ouvert aux travaux des Chimiſtes. Cependant il paroît plus vraiſemblable que ce ſont des ſubſtances différentes.

Il paroît qu'il ſe trouve auſſi un véritable eſprit recteur ou eſſence chez les animaux. Car comment appeler autrement le principe odorant du muſc, du caſtoreum, &c. On ſait qu'un atôme de muſc peut répandre pendant un tems conſidérable une odeur très-pénétrante, ſans perdre pour ainſi dire de ſon poids.

Cet eſprit recteur animal, ou cette eſſence animale eſt ſoluble dans l'eſprit de vin & dans

l'eau, ainsi que les essences végétales. On sait que l'esprit de vin dissout le musc, le castoreum, &c.

J'ai mis un morceau de musc dans de l'eau distillée & j'ai bien bouché le flacon. J'ai distillé quelques jours après cette eau à une douce chaleur. Il a passé une eau qui étoit très-chargée de l'odeur du musc.

Le castoreum & toutes ces autres matières, à la distillation, donnent d'abord un phlegme qui a une vive odeur de la substance.

Je regarde aussi l'esprit seminal, *aura seminalis*, & l'esprit nerveux, l'esprit vital, *aura vitalis*, comme des espèces d'huiles éthérées. J'en ai donné des preuves dans mes Vues physiologiques.

Enfin, tous les venins subtils des animaux, tels que ceux de toutes les espèces de serpens, de vipères, du scorpion, &c. &c. doivent être rangés dans la classe des huiles, ainsi que les poisons des végétaux; car ils ne sont ni acides ni alkalis.

La grande différence qui paroît donc subsister entre les huiles animales & végétales, est qu'à la distillation celles-ci donnent un acide, au lieu qu'on ne retire des autres que de l'alkali volatil. D'ailleurs celles-ci ne contiennent point de corps muqueux, comme les huiles inessen-

tielles végétales. Mais l'alkali volatil exiſte-t-il dans les huiles animales ? ou celui qu'on en retire par la diſtillation, eſt-il le produit du feu ?

Je ne crois point que l'alkali volatil ou ammoniacal ſoit tout formé dans ces huiles. Nous avons vu qu'on ne peut retirer par aucun procédé l'alkali volatil des matières animales, telles que la gelée, la partie glutineuſe, les chairs, &c. en les faiſant digérer dans les acides, puis y verſant des alkalis fixes cauſtiques ou de la chaux vive, on ne peut point en dégager de ſel volatil ammoniacal ; ce qui devroit être ſi l'alkali ammoniacal y exiſtoit. Il eſt vrai qu'on ne peut point obtenir d'huile animale pure ſans qu'elle ait une vive odeur d'alkali ammoniacal. Mais cet alkali eſt un produit du feu, & n'exiſtoit point dans l'huile comme huile.

Je penſe donc que les huiles animales, ainſi que la gelée animale, contiennent ſeulement le *principe ſalin animal ;* c'eſt-à-dire, un acide déjà très-altéré, & qui par l'action du feu paſſe à l'état d'alkali ammoniacal, par la deſtruction d'une partie d'huile. Car il me paroît que l'huile eſt toujours compoſée d'un acide ſaturé d'air inflammable. Lorſqu'on décompoſe l'huile végétale par le feu, l'acide ſe dégage de ſon air inflammable, & reparoît dans toute ſa pureté.

Mais

Mais lorſque l'huile animale eſt décompoſée également par le feu, ſon air inflammable ſe dégage auſſi, & l'acide qui a été altéré par les forces vitales, eſt par l'action du feu tout changé en alkali ammoniacal.



DES ACIDES ANIMAUX.

ON appelle fels effentiels chez les végétaux les fels neutres qu'on retire en faifant infufer les plantes, ou même les faifant bouillir dans l'eau, clarifiant ces infufions, & les mettant à criftallifer.

Je donnerai auffi le nom de *fels effentiels des animaux*, à ceux qu'on obtient par le même procédé ; en faifant évaporer les différentes liqueurs animales & les faifant criftallifer, il fe dépofe plufieurs efpèces de fels.

Le lait contient, comme nous l'avons vu, de l'alkali végétal, ou potaffe, du fel marin de potaffe, & une partie fucrée.

Le fang donne, par ce même procédé, 1°. l'alkali de potaffe, 2°. le natron, 3°. le fel marin de potaffe, 4°. le fel marin de natron, 5°. du fel marin ammoniacal, 6°. du vitriol de natron, 7°. du fel phofphorique de natron, 8°. du fel phofphorique ammoniacal. On retrouve une partie des mêmes fels dans la bile, dans l'urine, &c. 9°. Enfin, Rouelle a trouvé le fel benzonique dans l'urine, & Schéele dans le lait. 10°. M. Poulletier de la Salle a retiré le même fel benzonique des pierres biliaires.

11°. Schéele a cru appercevoir un sel semblable à celui du succin dans les calculs ou pierres de la vessie. 12°. Enfin toutes les matières animales contiennent le principe que j'ai appelé *principe salin animal.*

L'acide phosphorique paroît être souvent libre ou non combiné dans les matières animales. M. Berthollet a observé que souvent l'urine rougissoit les sucs bleus végétaux. Il y ajouta pour lors de l'eau de chaux. Il eut un sel phosphorique calcaire qui se précipita.

La sueur paroît aussi contenir quelquefois un acide libre & non combiné. Car elle rougit les sucs bleus & sent l'aigre chez un grand nombre de personnes. Seroit-ce l'acide de la graisse, ou du sucre de lait ? Je le croirois assez, parce que les acides végétaux donnent plus particulièrement cette odeur. Il se pourroit cependant que ce fût l'acide phosphorique. Car on sait que la sueur a beaucoup d'analogie avec l'urine. Il faut attendre des expériences ultérieures.

Il est cependant surprenant que l'acide phosphorique se trouve ainsi libre, puisque nous avons vu toutes les liqueurs animales contenir une quantité assez considérable de natron non combiné. Il sembleroit que cet acide & cet alkali devroient pour lors se combiner pour former un sel phosphorique de natron.

Nous avons encore ici un autre phénomène digne d'être obſervé. L'acide nitreux ne ſe retrouve point chez l'animal. Cependant il eſt certain qu'il y a ſouvent des ſels nitreux portés dans l'économie animale. Les animaux mangent la bourrache, la mercuriale, la pariétaire, &c. où ces ſels ſont abondans. Pluſieurs recherchent le nitre dans les lieux où il effleurit. Enfin, les hommes prennent ſouvent du nitre. Il faut donc que cet acide ſoit décompoſé par l'action des forces vitales.

On n'y retrouve également preſque aucun des acides végétaux contenus dans les plantes. Car l'acide benzonique du lait, de l'urine, &c. quoiqu'exiſtant dans certains végétaux, n'eſt point dans ceux dont ſe nourriſſent plus particulièrement les animaux.

Mais l'acide ſaccharin ou oxalin, le malummien, le citronien, & ceux de toutes les huiles & réſines répandues ſi abondamment dans toutes les plantes dont ſe nourriſſent les animaux, ont diſparu. Il n'y a que le ſeul acide du ſucre qu'on retire des animaux. Il n'y eſt pas ſous forme d'acide. Il ſe trouve ſeulement dans le corps muqueux ou la partie ſucrée du lait.

L'acide ſébacé paroît bien être le même que celui des huiles ineſſentielles des plantes. C'eſt encore le même que celui du beurre. Cepen-

dant il se pourroit qu'il eût déjà subi quelques legères modifications.

On retrouve dans la gelée animale un acide qui se dévelope un instant avant qu'elle passe à la putréfaction. Je crois que c'est l'acide du corps muqueux végétal. Nous savons que cet acide dans les gommes, passe à l'état d'alkali ammoniacal. Ce sera donc le même qui dans la gelée animale se développe quelque tems avant qu'elle arrive à la putridité.

J'ai essayé de combiner cet acide avec quelque substance pour le dégager avant qu'il se décompose. J'ai versé en conséquence de l'alkali fixe & de l'eau de chaux dans cette gelée aigrie. Mais je n'ai pu en séparer aucuns sels.

Enfin le suc gastrique paroît contenir un acide tout développé dans beaucoup de circonstances. On sait qu'il y a un acide dans l'estomac des veaux, dont on se sert pour faire cailler le lait. Les hommes ont souvent des aigreurs, & vomissent des matières acides. D'autres fois, il est vrai, ils ont des rapports opposés, en sorte qu'on ne sait point encore si cet acide ne viendroit point des alimens. C'est le sentiment de M. Spallanzani, qui croit que dans son état naturel le suc gastrique n'est ni acide ni alkalin.

Mais nous avons une classe nombreuse d'ani-

maux qui contiennent une grande quantité d'acide libre & non combiné. Ce ſont les inſectes. Leurs acides ſont particuliers & rentrent pour ainſi dire dans les acides végétaux. Car il faut regarder les inſectes comme des êtres intermédiaires entre le végétal & les grandes eſpèces d'animaux. Ils reſpirent, comme les végétaux, par des trachées, & quelques-uns vivent preſque comme eux. Car le polype, par exemple, dont on a coupé l'eſtomac & toutes les autres parties, ne peut prendre de la nourriture qu'en ſuçant, pour ainſi dire, comme les chevelus des plantes.

On connoiſſoit depuis long-tems que les fourmis contenoient un acide aſſez vif & piquant. Lorſqu'on les irrite dans leurs fourmilières avec un bâton, elles lancent une liqueur dont le bâton eſt couvert, & qui eſt acide au goût. Je n'ai pu m'en procurer pour le diſtiller. Mais M. l'abbé Fontana, qui en a diſtillé, dit en avoir retiré les mêmes airs que des acides végétaux. Cet air a été diminué d'un quart ou d'un ſixième par l'eau de chaux qu'il a précipité. Le reſtant, mêlé avec l'air nitreux, a éprouvé une diminution. Enfin, il s'eſt enflammé à l'approche d'une bougie allumée.

Pluſieurs autres inſectes contiennent également des acides tout développés. M. Bonnet

avoit observé qu'une chenille du saule donnoit un acide très-vif. Mais M. Chaussier a fait un travail plus suivi sur ces acides; il en a retiré un du ver à soie. Lorsque son papillon se dégage de son cocon, il répand une liqueur qui rougit le papier bleu. M. Chaussier a fait infuser plusieurs de ces vers dans l'esprit-de-vin, & il a obtenu un acide assez fort. Il a retiré par le même procédé des acides des sauterelles, des punaises rouges, du millepied, de la lampyre & de plusieurs autres insectes. Il n'est pas douteux que tous ces acides se décomposeroient également par la distillation & donneroient les mêmes produits que celui des fourmis.

Tout annonce donc que ces acides des insectes se rapprochent beaucoup de ceux des végétaux, & qu'ils sont composés des mêmes principes.

De tous ces faits, nous pouvons donc conclure que l'acide qui paroît le plus approprié à l'économie animale, est l'acide phosphorique. Il se trouve abondamment dans l'urine, dans le sang, dans les os, &c. Une partie y est sans doute portée par les végétaux, dont la partie glutineuse contient beaucoup de cet acide. Mais, n'y en auroit-il pas aussi de formé par le travail de l'animalisation? C'est ce qui est vraisemblable, mais que nous ignorons.

DU CHARBON VÉGÉTAL ET ANIMAL.

TOUTES les différentes subftances végétales & animales dont nous venons de parler, favoir les mucilages, les gommes, la partie amilacée, les huiles, les extraits, les extracto-réfineux & réfino-extractifs, enfin la fubftance glutineufe & les gelées animales, nous ont donné, à la diftillation, en dernière analyfe, une fubftance noirâtre qu'on appelle *charbon*. Cette fubftance quoique effentiellement la même, préfente cependant quelques différences.

Lorfqu'on a dépouillé un végétal de fes différens principes par les menftrues aqueux & fpiritueux, il refte encore une fubftance qui en conferve la configuration. Les plantes herbacées, par exemple, qui ont été long-tems macérées dans l'eau, font dépouillées de la plus grande partie de leurs principes. Le fquelette de la plante fubfifte néanmoins dans tout fon entier. Le chanvre trop roui, fur-tout dans de l'eau aiguifée d'alkali, eft dans ce cas. Lorfqu'on en a enlevé l'écorce, on apperçoit une matière d'une grande blancheur, fans faveur, très-légère, &c. & qui a la configuration première

du végétal. Elle brûle néanmoins, donne de la flamme, mais peu de chaleur, & laiſſe une cendre blanchâtre.

J'ai diſtillé une once de ce chanvre qui avoit été trop roui, il a paſſé une petite portion d'huile & d'acide empireumatiques, avec 29 pouces d'air qui étoit un mêlange d'air inflammable, d'air acide, d'air impur & d'une petite portion d'air pur.

En épuiſant davantage cette ſubſtance par des menſtrues ſpiritueux, des diſſolutions d'alkali, &c. on la dépouilleroit encore plus d'huile & d'acide, & pour lors on obtiendroit un charbon fait par la voix humide, qui néanmoins donneroit toujours de l'air inflammable, de l'air acide, de l'air impur & de l'air pur.

Le charbon ordinaire ſe fait par la combuſtion. On coupe le bois en petits morceaux, on le range en grandes meules, en ménageant des courans d'air ; on couvre ces meules d'un peu de terre ; on y met le feu qui conſume lentement ce bois. L'eau qui en ſort emporte la plus grande partie des ſels eſſentiels de la plante.

On peut faire le charbon également dans des vaiſſeaux fermés ſans accès de l'air. J'ai mis quatre onces de bois de chêne dans une cornue de verre, que j'ai remplie d'eau qui avoit

bien bouilli. Un tube de verre empêchoit le bois de sortir. J'ai chauffé la cornue, l'eau réduite en vapeurs s'est dégagée. Il a ensuite passé de l'huile, de l'acide & les airs ordinaires, &c. Il est resté au fond de la cornue un charbon. Ainsi le concours de l'air extérieur n'est nullement nécessaire pour faire le charbon, on ne lui donne accès dans les meules en grand, que parce qu'il seroit trop dispendieux de faire le charbon dans des vaisseaux fermés. Ce charbon fait par combustion, conserve en partie la configuration première du végétal. Enfin, dans toutes les distillations de matières végétales & animales qu'on fait en vaisseaux fermés, on a toujours un résidu charbonneux.

Ce charbon mis dans une cornue & poussé à un grand feu, donne de l'eau, de l'air acide, de l'air inflammable, de l'air pur & de l'air impur. Quelquefois on en obtient encore une portion d'huile, lorsqu'il y a quelques portions qui ne sont pas parfaitement charbonnées. Mais les airs qu'on en retire sont en beaucoup plus grande quantité que ceux qui se dégagent du charbon fait par la voie humide dont nous venons de parler. Aussi celui-ci donne-t-il moins de chaleur que le premier. On retrouve dans celui-là des sels essentiels, des alkalis qui ne sont point dans le second, parce que l'eau

les lui a tous enlevés. Je regarde donc ce second charbon, fait par la voie humide, comme encore plus dépouillé de tout principe que celui fait par le feu.

Cette espèce de charbon, soit qu'on l'obtienne par la voie humide, soit par la combustion, ne me paroît donc être que la fibre végétale dépouillée de presque tout autre principe. Il est insoluble dans tous les menstrues, excepté dans les alkalis, qui en dissolvent une partie, & dans le foie de soufre. Or les alkalis dissolvent également la partie glutineuse. Mais d'ailleurs tous les autres produits des végétaux sont solubles dans l'eau, ou les huiles, ou les liqueurs spiritueuses.

Or nous avons vu que la fibre végétale n'est que la partie glutineuse. Néanmoins cette partie glutineuse retient avec elle une grande partie de la substance amilacée, qui, par l'affinité qu'elle a avec celle-ci, résiste à l'action des différens menstrues. C'est cette grande quantité de substance amilacée qui fait que le charbon ordinaire du bois ne ressemble point à celui de la substance glutineuse. Mais pour acquérir plus de connoissances sur la nature du charbon, examinons ceux qui donnent les différentes substances du règne végétal.

J'ai pris demi-once de bois de peuplier

très-ſec, que j'ai introduit dans une cornue de verre luttée. La cornue a été remplie d'eau bien bouillie, & ſon bec plongé ſous une cloche pleine d'eau, puis expoſée au feu. L'eau a d'abord été réduite en vapeurs.

Ont ſuccédé enſuite de groſſes bulles blanchâtres chargées d'une huile empireumatique qui ont paſſé ſous la cloche. Cet air à l'approche d'une bougie allumée, brûloit d'une flamme bleue, légère, & ſans détoner.

J'ai tenu ainſi la cornue à un feu très-vif pendant ſix heures. J'ai recueilli tout cet air, qui, refroidi, étoit de 110 pouces cubiques. Mais il contenoit beaucop d'air acide, dont une portion par conſéquent avoit pu être abſorbée par l'eau de la cuve. J'ai reçu les dernières portions, qui ont paſſé dans un flacon plein d'eau de chaux, laquelle a été précipitée, comme par celui qui ſe dégageoit dans les commencemens.

600 parties de celui qui s'eſt dégagé le dernier, introduites dans l'eau de chaux, l'ont précipitée & ont été réduites à 4,80.

Une meſure de cet air & une d'air nitreux ont laiſſé un réſidu de 1,75, 1,80, 1,90, ſuivant les différens inſtans de l'opération.

Deux meſures de ce dernier air, bien lavées dans l'eau de chaux, & détonées avec une

mesure d'air pur, ont laissé pour résidu une fois 0,75, & une autre fois 0,70. Ce même air pur, détoné avec deux mesures de bon air inflammable n'avoit laissé que 0,21 pour résidu.

J'ai aussi fait détoner les premières portions d'air passées dans le commencement de l'opération. Deux mesures bien lavées dans l'eau de chaux, détonées avec une du même air pur, ont laissé un résidu de 2,08; une autre fois 2,04. Ces résidus agités dans l'eau de chaux, la précipitent encore un peu & sont diminués de quelques degrés.

Enfin, l'air recueilli au milieu de l'opération tenoit un milieu entre ces deux-ci. Car deux mesures détonées avec une d'air pur ont donné 1,31, 1,23, puis 1,12.

Il faut bien observer que ces airs avant que d'être dépouillés de leur air acide, brûlent sans détoner, mais qu'ils détonent dès qu'on leur a ôté cet air acide.

La cornue cassée, elle étoit noire & boursouflée à l'intérieur. Le bois étoit parfaitement converti en charbon & n'avoit pas changé de figure.

J'ai éteint dans le mercure ce charbon encore incandescent, & en ai fait passer sous deux petites cloches sur le mercure. L'une étoit remplie d'air atmosphérique, & l'autre de

l'air pur ci-dessus. Les airs ont été absorbés avec différentes circonstances, que j'ai détaillées ailleurs. Il suffit de rappeler ici que le charbon absorbe environ 8 à 10 fois son volume d'air pur, & 4 à 5 fois son volume d'air atmosphérique.

Ce charbon qui a ainsi absorbé ces airs, introduit ensuite sous une cloche pleine d'eau, laisse dégager une partie de ces airs, qui ne précipitent point l'eau de chaux. Une mesure de l'air pur absorbé par le charbon & ensuite dégagé, essayée avec une d'air nitreux, donne pour résidu 0,99, 1,10, ce qui indique qu'il a été très-vicié & changé en air impur. Il l'est d'autant plus que le charbon a moins été de tems au feu, & que l'air a séjourné plus longtems dans ce charbon.

Ce charbon, quoique paroissant être la même substance, présente cependant quelques différences suivant la nature des bois dont on le retire. Le charbon du peuplier est léger ainsi que celui de tous les bois blancs. Celui de chêne est plus pesant. Mais il n'y en a aucun de plus légers que ceux de certains bois résineux de la famille des conifères, tels que les pins, les sapins, &c.

Mais les différentes parties des plantes donnent également une substance charbonneuse,

ainsi que nous l'avons déjà vu. Les corps muqueux distillés dans des vaisseaux clos laissent un charbon très-spongieux, très-léger. Le sucre, l'amidon, les gommes, se sont boursouflés à la distillation & ont laissé un charbon rare & spongieux.

La crême de tartre donne aussi un charbon assez spongieux.

Le vinaigre, l'acide du succin, du benzoin, &c. ne laissent qu'un enduit charbonneux dans la cornue.

Les huiles, telles que le beurre de cacao, l'huile d'olives, celle de térébenthine, &c. le beurre, le suif, &c. ne laissent également qu'un enduit charbonneux.

La substance glutineuse végétale donne un charbon qui se boursoufle beaucoup & est très-spongieux. Il contient de l'acide phosphorique.

Toutes les substances animales peuvent être, comme les végétales, converties en charbon par deux procédés différens, la voie humide ou l'eau, & la voie sèche ou le feu. Si on fait macérer long-tems des parties animales, par exemple, des muscles, on obtient à la fin une masse blanchâtre qui n'a point de saveur, qui est fibreuse, &c. Cependant elle n'est point aussi dépouillée de ses principes que le charbon végétal fait de cette manière.

Mais en faiſant calciner, dans des vaiſſeaux clos, ces mêmes parties muſculeuſes, on obtient un charbon rare, très-ſpongieux, qui a toujours l'odeur d'un alkali volatil empireumatique, &c. enfin qu'on ne peut brûler que très-difficilement à l'air libre.

Ce charbon contient, ainſi que le charbon végétal, un grand nombre de principes différens. Il ſe rapproche beaucoup du charbon de la ſubſtance glutineuſe. Ainſi, ce que nous avons dit de celui-ci doit s'appliquer à celui-là. Il contient également l'acide phoſphorique.

Toutes les liqueurs animales laiſſent également, après leur combuſtion, une ſubſtance charboneuſe.

L'huile animale donne un charbon rare, ſpongieux & luiſant.

Le caſtoreum donne auſſi un charbon ſpongieux, qui rapproche plutôt de celui du corps ſucré. Il eſt vrai que ſouvent le caſtoreum du commerce eſt mêlangé avec des gommes.

Toutes les ſubſtances animales & végétales expoſées à un grand feu en vaiſſeaux clos laiſſent donc un réſidu charbonneux, qui eſt eſſentiellement le même, mais néanmoins préſentent quelques légères différences.

Nous ne connoiſſons que l'eſprit-de-vin qui puiſſe être expoſé au feu, & même brûler à

l'air

l'air libre sans laisser de charbon. Néanmoins nous avons des procédés pour en retirer du charbon. Lorsqu'on le mêle avec l'acide vitriolique pour en faire de l'éther, on retrouve après la distillation un résidu charbonneux ; & l'éther qu'on obtient donne également du charbon dans sa combustion.

Tous ces charbons, ainsi traités en vaisseaux clos au plus grand feu, & ne donnant plus d'air, en donneront encore si on les humecte. J'ai plongé dans l'eau deux gros des charbons que j'avois tenus dans un très-grand feu, & qui ne donnoient plus d'air. Je les ai mis dans une autre cornue. J'en ai retiré 25 pouces d'air.

600 parties agitées dans l'eau de chaux, l'ont précipitée & ont été réduites à 4,99.

Une mesure de cet air & une d'air nitreux ont laissé un résidu de 1,87.

Deux mesures de ce même air bien agitées dans l'eau de chaux, détonées dans une d'air pur, ont donné dans différens essais 0,47, 0,55.

Cet air contenoit donc de l'air acide, de l'air pur, de l'air impur & de l'air inflammable ; c'est-à-dire, qu'il étoit de la même nature que celui qu'on retire du charbon, de l'huile, du corps muqueux, &c.

Tous ces charbons peuvent ensuite être brûlés à l'air libre ou à l'air pur. Mais ils

offrent différens phénomènes dans leur combustion.

Le charbon de bois brûle avec beaucoup de facilité, mais il n'en est pas de même de tous les autres. Celui des corps muqueux se consume un peu plus difficilement; par exemple, le charbon du sucre, de la partie amilacée, &c. Cependant ils brûlent & donnent peu de chaleur.

Le charbon des acides végétaux, tels que la crême de tartre, &c. présentent à peu près les mêmes phénomènes.

Le charbon des huiles est léger & brûle très-difficilement.

Mais il n'en est point qui se consume avec plus de peine que celui de la substance glutineuse & des matières animales. Il se boursouffle considérablement, donne une odeur très-fétide d'alkali volatil, & à la fin laisse voir des signes manifestes d'acide phosphorique. C'est peut-être cet acide qui s'oppose à sa combustion.

Tous ces charbons, après leur combustion, laissent encore des principes, qui ont échappé à l'action du feu. Mais ils varient dans les différentes espèces de charbon.

Le végétal entier brûlé à l'air libre, donne une cendre qui contient différens principes, qu'on ne retrouve pas toujours dans le char-

bon, parce que l'eau qui s'écoule du bois qu'on réduit en charbon, en a emporté une portion. On retire de ces cendres par l'analyse, 1°. une portion de fer très-sensible à l'aimant, 2°. une petite portion d'or, 3°. Schéele y a reconnu de la manganèse, 4°. une terre qu'on avoit cru être entièrement calcaire. Mais M. d'Arcet vient de prouver qu'une portion est de la manganèse & l'autre est calcaire. Il a traité par l'acide vitriolique une livre de cendres de bois de hêtre, & il en a retiré une once de vitriol de magnésie, qui, suivant l'estimation faite par M. Kirwan, devoit contenir 256 grains de magnésie. 5°. Un grand nombre de différens sels, qui varient suivant les plantes. Chez les unes on obtient du tartre vitriolé, chez les autres des sels nitreux, chez de troisièmes des sels marins. Mais ceux qui y sont les plus abondans sont les alkalis fixes.

Le charbon des différens bois contient à peu près les mêmes principes, cependant pas en aussi grande abondance, parce qu'il s'en échappe une portion. Mais ils ne se retrouvent plus dans les autres charbons, ceux du corps muqueux, des huiles, de la substance glutineuse, &c.

J'ai fait brûler dans un vase de porcelaine,

à feu découvert, de l'huile de térébenthine très-pure, que j'avois fait épaissir à l'air, le résidu charbonneux a eu beaucoup de peine à se consumer, & n'a pas laissé une quantité sensible d'une matière blanchâtre qui peut venir de l'air. Il en est de même du charbon de toutes les huiles essentielles. Quant à celui des huiles inessentielles, il en diffère à raison de la partie muqueuse qu'elles contiennent.

Le charbon du sucre brûlé avec les mêmes précautions, a laissé un peu plus de dépôt. Il reste une matière blanchâtre, qui paroît être de la terre calcaire; car elle se dissout dans l'acide nitreux, & je l'ai ensuite précipitée par l'acide du sucre. Le charbon de tous les corps muqueux, tels que celui de l'amidon, des gommes, &c. présente à peu près les mêmes phénomènes.

Celui de la partie glutineuse laisse plus de dépôts. C'est une terre calcaire & du fer unis à l'acide phosphorique.

Le charbon des substances animales contient aussi des parties métalliques. En calcinant le sang, on en retire beaucoup de fer. Il n'est pas douteux que l'or doit aussi s'y retrouver & peut-être le manganèse. Mais ces métaux peuvent y avoir été portés des végétaux. Enfin ils

laissent aussi une terre, qui est la terre calcaire unie à l'acide phosphorique. C'est encore la même terre qui constitue les os.

Les terres, les substances métalliques & les sels enlevés du charbon, quelle est donc la substance qui y demeure? On n'en retire plus que de l'eau, de l'air acide, de l'air inflammable, de l'air impur & de l'air pur. Vanhelmont avoit déjà vu cette quantité d'air contenu dans le charbon. Car il dit que 62 livres de charbon contiennent 61 livres d'air ou de gaz. Il ne vit pas que ces airs étoient de différentes natures. Mais ces airs sont-ils contenus dans le charbon, ou sont-ils produits par le feu?

Les Chimistes sont partagés sur la nature du charbon. Plusieurs le regardent comme une substance élémentaire. Lorsqu'on a épuisé par le plus grand feu possible, le charbon de toute l'eau qu'il peut contenir, ainsi que de toutes les différentes espèces d'air, & qu'on a enlevé les sels, les parties métalliques & terreuses, la substance qui reste est appelée *charbonneuse* ou carbonne, & on la croit simple & non décomposée. On soutient que pour lors on ne peut plus en dégager aucun air, & que celui qu'on en retire auparavant vient de la décomposition de l'eau, dont l'air inflammable se dégage,

tandis que sa portion d'air pur se combinant avec une portion de charbon, forme l'air acide ou acide carbonnique, en sorte que dans cette opération on ne doit avoir que de l'air inflammable & de l'air acide.

Nous avons vu que dans cette théorie la substance charbonneuse joue un très-grand rôle dans l'économie végétale, qu'elle est un des principaux principes constituans des huiles, du corps muqueux & des acides ; &, puisque les substances végétales passent chez les animaux, le charbon sera aussi très-abondant chez ceux-ci.

J'ai déjà prouvé, en parlant de la végétation, qu'il étoit impossible de soutenir que le charbon fût une substance simple. Je regarde donc le charbon fait avec le bois comme une combinaison des parties terreuses, salines & métalliques des végétaux, avec une portion d'huile & d'acide, qui ont réagi l'un sur l'autre. Les parties métalliques viennent sur-tout de la partie colorante. Les parties salines sont dans toutes les liqueurs de la plante. Enfin, les parties terreuses se trouvent principalement dans sa partie glutineuse, qui constitue la fibre végétale ; il est demeuré une partie amilacée unie à cette partie glutineuse. Enfin le résidu charbonneux de la combustion de l'huile, de l'acide végétal, &c. s'y retrouvent aussi ; en sorte que

le charbon ordinaire eſt le réſultat du charbon de toutes les différentes parties de la plante.

Mais dans le charbon des huiles, du ſucre bien pur, &c. il ne s'y trouve point de métaux ni de ſubſtances ſalines fixes, & pas une quantité ſenſible de terre. Ce charbon ſera donc compoſé principalement d'une partie huileuſe ſur laquelle aura réagi l'acide végétal. C'eſt ce que me paroît démontrer l'expérience ſuivante.

De l'eſprit-de-vin très-rectifié, brûle ſans donner la moindre fuliginoſité, ni le moindre atôme de charbon. On le mêle avec les acides les plus purs, tels que l'acide vitriolique. On obtient une liqueur éthérée, & on a un réſidu charbonneux. Ce même éther, en brûlant, donne auſſi du charbon. Voici donc du charbon obtenu de ſubſtances dont on ne pouvoit pas en retirer auparavant. Or, qu'eſt-il arrivé dans ce mêlange ? L'acide vitriolique a réagi ſur l'huile, & l'acide de l'eſprit-de-vin en a dégagé une partie, qu'on nomme huile du vin, & l'autre partie a été changée en charbon.

La même choſe ſe paſſe dans la combuſtion des huiles. L'acide qu'elles contiennent réagit ſur l'autre portion & forme le charbon. C'eſt encore le même phénomène que préſente la combuſtion du corps muqueux, du ſucre, de la partie amilacée, de la partie glutineuſe, &c.

enfin celle du corps entier du végétal. Dans ce charbon des huiles animales, de la matière glutineuse, &c. où l'acide végétal paroît en partie décomposé par l'action du feu, ce sera principalement l'acide phosphorique, qui réagira sur une portion de l'huile, comme l'acide vitriolique réagit sur l'huile de l'esprit-de-vin.

Aussi n'obtient-on jamais de charbon que des corps qui contiennent de l'huile. Le soufre, le phosphore, les métaux dans leur combustion, ne donnent point de substance charbonneuse. Mais l'importance de la question exige de plus grands détails.

Du bois ou toute autre substance végétale distillée donnent de l'eau, de l'huile, de l'acide & des airs qui sont un mélange d'air pur, d'air impur, d'air acide & d'air inflammable. Il reste un charbon.

Ce charbon, en continuant la distillation, donne encore de l'eau & une grande quantité des mêmes airs. Ce sont les mêmes produits qui se dégagent des huiles & des acides végétaux lorsqu'on les décompose. La seule différence est que l'air inflammable qui se dégage dans les derniers coups de feu est beaucoup plus pur.

600 parties agitées dans l'eau de chaux ont été réduites à 4,99.

Une mesure & une d'air nitreux ont donné 1,89.

Deux parties de celui-ci détonées avec une d'air pur, ont donné pour résidu 0,41. Cet air contient donc une portion d'air impur & d'air pur.

Enfin la fumée contient, de l'aveu de tous les Physiciens, un acide & une huile réduits en vapeurs. Or cette fumée forme la suie, qui est un vrai charbon.

Des acides concentrés, tels que l'acide vitriolique, l'acide nitreux, versés sur des huiles, agissent avec beaucoup de force sur elles, & les convertissent en charbons. Tout prouve donc que le charbon n'est que le résidu d'une huile sur laquelle un acide a réagi.

Du charbon assez calciné dans les vaisseaux fermés pour ne donner plus d'air par la chaleur la plus forte, en donnera encore si on y ajoute de l'eau. Cet air ne peut venir de l'eau qui ne se décompose pas, & qui d'ailleurs ne sauroit fournir la portion d'air impur qui s'y trouve. Il faut donc qu'elle vienne du charbon même. Or nous avons vu que dans les substances végétales il n'y a que les acides & les huiles qui fournissent ces espèces d'air.

J'ai tenu à un feu violent du charbon de chêne, dans une cornue de grès, jusqu'à ce

qu'il ne s'en dégageât plus rien. Je calcinois dans le même moment du natron, jusqu'à ce qu'il ne donnât plus rien également. J'ai mélangé demi-once de chacune de ces deux substances, & les ai exposées de nouveau au feu. Il s'est encore dégagé beaucoup des mêmes airs. Les vaisseaux déluttés l'alkali étoit aéré, & le charbon avoit perdu de son poids. Mais l'alkali avoit pénétré la cornue. Ce qui a empêché d'avoir les poids exacts.

Je dois observer, au sujet de cette expérience, que le charbon absorbe avec tant d'avidité l'air, qu'il n'est pas possible de faire assez promptement l'opération sans qu'il n'en ait absorbé.

J'ai répété la même expérience, en employant la chaux vive au lieu de charbon. Les résultats sont les mêmes. On pourra dire que cet alkali & cette chaux contenoient toujours de l'humidité, qu'ils avoient absorbée dans le tems du mélange. Mais cette quantité devoit être très-petite.

J'ai éteint dans le bain de mercure plusieurs charbons qui avoient été violemment chauffés, puis j'en ai mis deux gros à distiller dans une cornue de grès. On sait que le charbon ainsi éteint est tout pénétré de mercure. Dès que la cornue a commencé à chauffer, le mercure a

été volatilisé, & il a passé 30 pouces des mêmes airs que donne ordinairement le charbon. L'air inflammable en étoit assez pur. Car deux mesures détonnées avec un peu d'air ont laissé un résidu de 0,45.

J'ai fait bien rougir deux gros de charbon que M. d'Arcet avoit tenus 48 heures au feu de porcelaine de Sèvres dans des vaisseaux fermés. J'en ai fait passer 50 grains sous une cloche contenant 24 pouces cubiques d'air pur & reposant sur le mercure. Je l'ai ensuite allumé avec un atôme de phosphore & un très-petit morceau d'amadou. Cette expérience n'est point facile à faire, parce que le charbon s'allume difficilement. Il y en a eu trois grains de consumés. L'eau de chaux introduite sous la cloche a été précipitée, & l'air a été réduit à 13 pouces.

J'ai répété plusieurs fois cette expérience, parce qu'on l'a citée comme fondamentale, & on assure que l'air qui reste est aussi pur qu'avant la combustion. Cependant voici ce que j'ai observé.

Une mesure de cet air & trois d'air nitreux m'ont donné pour résidu de 2,50, 2,06, 1,55, dans différentes expériences. Tandis que ce même air pur & la même quantité d'air nitreux ne donnoient auparavant que 0,20, 0,15.

On a voulu révoquer en doute les expériences que je viens de citer. Mais elles sont exactes, & je les ai répétées bien des fois. D'ailleurs j'en ai d'autres qui démontrent l'exactitude de celles-ci.

Nous avons vu que le charbon qui a été incandescent & qu'on laisse refroidir, absorbe beaucoup d'air qu'il vicie considérablement & change en air impur. Cet air doit se dégager dans la combustion & se retrouver dans la cloche. Il est donc faux de dire que le résidu est aussi pur qu'auparavant.

Et cela est si vrai qu'il m'est souvent arrivé en plongeant un gros charbon dans le mercure & le faisant passer tout de suite sous une cloche d'air pur ou d'air atmosphérique, de le voir se rallumer un peu, parce que sa chaleur intérieure étoit encore assez considérable ; mais la portion d'air que sa surface avoit absorbée étoit si impure, que la combustion de ce charbon ne pouvoit se continuer, & qu'il s'éteignoit bientôt.

On doit donc regarder comme démontré, quoi qu'on en dise, que le résidu de la combustion du charbon dans l'air pur, bien dépouillé de tout air acide, est toujours plus ou moins chargé d'air impur.

Dans toutes ces expériences l'eau, les alkalis,

la chaux, le mercure, servent de moyens pour brifer l'union des principes du charbon. L'eau & le mercure agissent, parce qu'ils entrent en expansion & donnent des ailes aux différens airs ; mais il paroît que l'action des alkalis & de la chaux se porte principalement sur les parties terreuses & métalliques du charbon & en désunissent de cette manière les principes par une double affinité.

Cette explication est confirmée par d'autres expériences. Les métaux dans les vaisseaux fermés, lâchent difficilement leur air inflammable. Mais si on les mêle avec des alkalis, cet air se dégage en grande quantité. Ainsi le zinc mêlé avec la pierre à cautère, & exposé à un feu violent, donne beaucoup d'air inflammable & d'air acide. Le fer, l'étain, &c. en font autant.

Mais, dit-on, dans la combustion du charbon l'air pur disparoît & on n'a que de l'air acide : d'où on conclud que cet acide est le produit de la combinaison du charbon & de l'air pur.

Je réponds d'abord que le fait est faux, parce que cet air acide est toujours mêlé de beaucoup d'air impur, comme je l'ai fait voir. D'ailleurs, j'ai prouvé qu'il y a production de l'air acide dans beaucoup d'opérations où on

ne peut ſuppoſer du charbon, comme dans la poitrine des animaux, dans les chaux calcaires & métalliques, &c. Ainſi, l'air acide qu'on obtient dans cette combuſtion vient donc d'une autre cauſe. Mais réſumons les phénomènes que cette opération préſente.

1°. La combuſtion du charbon faite ſous une cloche, on apperçoit toujours une humidité aux parois de la cloche. Cette eau vient en partie de celle qui eſt contenue dans le charbon, en partie de celle qui ſe dégage lors de la combuſtion de l'air inflammable, du charbon & de l'air pur. Or la même choſe a lieu lors de la combuſtion de l'huile dans l'air pur; on admet de l'air inflammable dans l'huile. Comment pouvoir le nier dans le charbon?

2°. Il y a auſſi dégagement d'une portion d'air acide contenu dans le charbon. Car ce charbon contenant de l'huile & un acide végétal, a une portion d'air acide qui ſe volatiliſe dans ce moment.

3°. La matière de la chaleur combinée qui exiſtoit dans l'huile ou l'acide du charbon, & qui en eſt dégagée dans cette décompoſition, ſe combine de nouveau avec une autre portion d'air pur & le change en air acide.

4°. Les terres, les ſels & les parties métalliques du charbon demeurent libres & ſont à nud.

5°. L'air impur qu'on retire constamment du charbon, soit par la dissolution, soit par sa combustion dans l'air pur, étoit aussi en partie contenu dans le charbon; & une autre partie de ce même air impur a pu être produite par la combinaison de l'air pur avec le principe que nous avons vu exister dans le charbon, & qui, lorsque le charbon est éteint dans le mercure, change cet air pur en air impur.

Nous pouvons donc conclure qu'il existe dans le charbon comme dans les huiles végétales ou animales, 1°. de l'air inflammable, 2°. de l'air acide, 3°. de l'air impur, 4°. de l'air pur.

Mais, objecte-t-on, le charbon dépouillé de tout air par un grand feu, ou au moins n'en donnant plus à cette chaleur, en redonnera encore si on y fait passer de l'eau; & cet air est de l'air acide pur & de l'air inflammable qui viennent de la décomposition de l'eau.

Je réponds qu'il est vrai qu'il se dégage de nouvel air par le moyen de l'eau. Mais ce n'est point de l'air acide ni de l'air inflammable purs. Il s'y trouve encore de l'air impur & de l'air pur. Or cet air impur ne sauroit venir de la décomposition de l'eau. Voici la manière dont je conçois la chose.

Un corps volatil combiné avec un corps

fixe, aquiert une grande fixité. Ainsi l'eau combinée ou unie avec l'alkali fixe, le tartre vitriolé, les cristaux pierreux, &c. peut supporter les plus grands degrés de feu sans être volatilisée. L'acide vitriolique dans le vitriol de potasse, le vitriol calcaire, &c. ne se volatilise point. Il en est de même des airs. Lorsqu'ils sont combinés, ils résistent au plus grand degré de feu. Mais leur ajoute-t-on un corps volatil; tel que l'eau, ils se volatilisent aussi-tôt; & effectivement cet acide vitriolique que nous venons de voir être si fixe dans le vitriol de potasse, contient cependant beaucoup d'air pur & d'autres airs. Mais ces airs sont combinés. L'eau produit donc ici relativement à ces airs, le même effet que l'esprit recteur des plantes relativement à l'huile essentielle. Cette dernière ne peut monter qu'à l'aide de l'esprit recteur, au degré de l'eau bouillante. Enfin, ce qui démontre que ces airs ne viennent point de la décomposition de l'eau, est la portion d'air impur qu'ils contiennent toujours. D'ailleurs l'eau n'est pas la seule substance qui puisse dégager ces airs du charbon, qui a éprouvé le plus grand degré de feu, puisque les alkalis, le mercure, &c. produisent le même effet.

Ainsi pour résumer sur cette matière, je pense

pense que le charbon ordinaire est un composé 1°. de terre calcaire, 2°. de magnésie, 3°. de fer, 4°. d'or, 5°. de manganèse, 6°. d'alkali fixe, 7°. de différens sels neutres. Toutes ces substances paroissent résider dans les différentes liqueurs du végétal.

Mais ces substances enlevées, il reste encore d'autres principes dans le charbon. On en retire par la distillation de l'air acide, de l'air pur, de l'air impur & de l'air inflammable. Le feu combiné ou le principe de la chaleur s'y trouve aussi; mais il ne peut être recueilli.

Ce sont ces derniers principes qui forment vraiment le charbon. Ils paroissent seuls constituer les charbons des huiles essentielles, de l'éther, qui sont les charbons les plus purs, &c. Or ces principes se retrouvent également dans les huiles & les acides végétaux. Donc le charbon doit être regardé comme une simple altération du principe huileux par un acide.

Enfin le charbon des matières animales & celui de la substance glutineuse contiennent beaucoup d'acide phosphorique. Peut-être le fer y est-il à l'état de sidérite ou sel phosphorique martial.

Ce même acide se retrouve aussi, mais en petite quantité dans le charbon de bois; celui-ci contient toujours la fibre végétale, laquelle

est composée de la substance glutineuse unie à une partie amilacée.

Le charbon pur sera donc composé de différentes espèces d'air, d'une portion d'eau avec une très-petite quantité de terre, dont on ne peut le dépouiller. Celui qui est fait par la voie humide est blanc; mais celui fait par le feu est noir. Cette couleur est produite par la même cause qui colore en noir les chaux d'argent, de bismuth, &c. exposées à la lumière, à la chaleur, à l'air inflammable, &c.

Il paroît donc que dans les substances végétales & animales, il n'y a pas d'autres terres que la calcaire & la magnésie. On avoit cru que l'argile s'y trouvoit. Mais ayant versé de l'acide vitriolique sur les résidus charbonneux & fait cristalliser, je n'ai point eu d'alun, mais seulement du vitriol calcaire & du vitriol de magnésie. Enfin, il n'y a non plus point de terre silicée.



DE LA FERMENTATION SPIRITUEUSE.

SANS cesse occupée à combiner pour former de nouveaux produits, & ne formant ceux-ci qu'en en détruisant d'autres, la nature se sert de la voie de la fermentation pour opérer la plupart de ces phénomènes dans les substances qui viennent des règnes organisés.

On peut donc distinguer en général deux espèces de fermentation; l'une qui compose, telle que celle qui produit le vin & toutes les liqueurs spiritueuses, le pain, le vinaigre, &c. Enfin, celle qui chez les végétaux & les animaux élabore leurs liqueurs, & y forme cette variété étonnante de substances différentes. Car comme je l'ai fait voir dans mes Vues physiologiques, tout le travail des forces vitales dans les substances organisées se réduit à une fermentation plus ou moins active.

La seconde espèce de fermentation est une décomposition apparente qui altère tous les produits de la première. Dans cette dernière, beaucoup de substances sont réduites, pour ainsi dire, à leurs parties primitives; c'est pourquoi je l'appelle fermentation de décomposi-

tion. Cependant il y a souvent quelques produits nouveaux. Nous examinerons ici ces espèces de fermentation, principalement par rapport à l'influence qu'elles ont sur l'air.

Il n'y a que les corps muqueux qui puissent subir le mouvement de la fermentation spiritueuse. Mais ces corps muqueux, ainsi que nous l'avons vu, présentent de grandes différences à raison des parties étrangères avec lesquelles ils sont le plus souvent mêlangés, telles que la partie extractive, la substance glutineuse, l'huile, &c. &c. Leur fermentation variera par conséquent.

Quand je dis que les corps muqueux sont les seuls qui puissent fermenter, ceci souffre encore des modifications. Car le sucre qui est le corps muqueux le plus parfait ne sauroit fermenter lorsqu'il est bien pur. C'est ce qu'a bien constaté M. le marquis de Bullion. Il a pris 120 onces du plus beau sucre & une livre & demie de crême de tartre, qu'il a étendus de 120 pintes d'eau, & mis à une température suffisante. Néanmoins il n'a pu l'amener à fermenter. Sachant cependant que des sucres moins purifiés fermentoient facilement, & que ces sucres contenoient une partie extractive, il fit piler 16 livres de feuilles de vigne, qu'il ajouta à un mêlange semblable au précédent.

Le mêlange fermenta avec force pendant 15 jours. Il le distilla ensuite, & obtint 4 pintes d'eau-de-vie. Il faut donc absolument une partie extractive au corps sucré pour qu'il entre en fermentation.

Tous les corps sucrés qui fermentent seuls contiennent une grande quantité de cette partie extractive. Il y en a beaucoup dans le suc de cannes ou le sucre brut, dans le raisin, dans les fruits, tels que les pommes, les poires, &c. Or toutes ces substances passent seules à la fermentation vineuse. Cependant la partie extractive dépouillée de la partie sucrée ne sauroit subir cette fermentation. Elle passe tout de suite à l'aigre.

Quelle est donc la différence qu'il y a entre le corps sucré bien pur & la partie extractive? Nos connoissances ne sont peut-être pas encore assez avancées pour le décider. Le sucre brut ou vesou, qui est capable de fermenter, contient une matière sirupeuse qui a cependant toujours la saveur sucrée; en sorte qu'il paroîtroit que la partie extractive ne diffère du sucre, que parce que la partie sucrée y est moins rapprochée. Mais en étendant le sucre d'une plus grande quantité d'eau, on devroit donc le ramener au même état, ce qui n'est pas. Il paroît donc plutôt que dans la partie

ſucrée les principes ſont mieux combinés, la ſaturation eſt parfaite. L'acide eſt abſolument neutraliſé par l'air inflammable, en ſorte que la décompoſition ne peut pas commencer ſeule. Au lieu que dans la partie extractive, le travail de la nature n'eſt pas encore fini. L'acide domine encore, comme le prouve le goût plus ou moins acerbe qu'a toujours l'extrait. Enfin il n'eſt pas encore parvenu à l'état de corps ſucré.

Effectivement le moût de raiſin très-mûr, évaporé & mis à criſtalliſer donne une certaine quantité de tartre, comme l'a fait voir Rouelle, & enſuite beaucoup de ſucre. M. l'abbé Bertholon a retiré une grande quantité de ſucre du raiſin. Mais ce même ſuc de raiſins, avant que d'être parvenu à ſa maturité & à l'état de verjus, donne beaucoup plus de tartre & moitié moins de ſucre; & à meſure que la maturité avance, le tartre diminue & le ſucre augmente. Il paroît donc, ainſi que je l'ai déjà dit, que le ſucre n'eſt autre choſe que l'acide du corps muqueux, ou le tartre ſaturé par l'air inflammable. L'extrait ne contient encore que l'acide, & il n'y a point ou très-peu de corps ſucré formé.

Le corps ſucré parfait ne peut fermenter ſeul, parce que l'acide eſt abſolument neutra-

lisé. Il faut que le premier mouvement lui soit imprimé par la partie extractive dans laquelle l'acide est encore à nud.

D'un autre côté, si la partie sucrée n'est pas assez abondante, que la partie extractive domine trop, la liqueur ne pourra passer à la fermentation spiritueuse. C'est ce que l'on voit dans les fruits trop aqueux, dans le suc de certaines plantes qui contiennent une petite quantité de partie sucrée, telle que la carotte, &c. Le raisin lui-même, dans les années froides & pluvieuses, est quelquefois trop dépourvu de partie sucrée. Il ne peut fermenter qu'avec la plus grande peine, & il faut échauffer les celliers. On a eu recours à un autre moyen, celui d'y ajouter du sucre. Je crois qu'il seroit encore très-utile d'y mêler du vin déjà en fermentation. Certainement il détermineroit la masse entière à y entrer. D'autres fois on porte le raisin sur la paille. Une partie de l'humidité s'évaporé. Le raisin se flétrit, mais la partie sucrée se trouvant rapprochée, elle fermente avec plus de facilité.

Plusieurs plantes contiennent des sucs qui fermentent très-promptement, tels sont la plupart des palmiers. On leur fait une incision dont il coule un suc qui entre aussi-tôt en fermentation & donne au bout de quelques heures une liqueur fort agréable.

La partie glutineuse peut aussi être trop abondante relativement à la partie sucrée. C'est ce qui a lieu dans les semences des graminées, des légumineuses, &c. & dans tous les corps farineux. Elles ne sauroient subir la fermentation spiritueuse ou au moins la subiroient très-difficilement. On les fait donc germer, ce qui est un commencement de fermentation. Mais en même temps la partie glutineuse est développée. Les parties extractives & muqueuses se trouvent amenées au point de pouvoir passer à la fermentation spiritueuse. C'est le procédé employé pour faire la bière.

Le houblon qu'on y ajoute, & qu'on regarde seulement comme capable de donner une saveur agréable à cette liqueur, peut contribuer lui-même à la fermentation. Il contient beaucoup de parties extractives. Il pourra donc opérer ici le même effet que la partie extractive des feuilles de vigne dans le sucre raffiné.

Enfin les semences trop huileuses ne peuvent passer à la fermentation spiritueuse, quoiqu'il s'y trouve une grande quantité de partie amilacée; telles sont, par exemple, les semences des ombellifères qui contiennent beaucoup d'huile essentielle, la semence du chanvre, la noix, l'amande, &c.

Il faut donc pour que les différens corps

muqueux, tels que la partie fucrée, la fubftance amilacée, &c. puiffent fubir la fermentation fpiritueufe, qu'ils ne fe trouvent pas mêlangés avec une trop grande quantité des fubftances étrangères qui leur font toujours unies. Mais quelles font donc les parties vraiment néceffaires à cette fermentation ?

Le fuc de raifin ou le moût contient 1°. une partie extractive, 2°. une partie colorante, 3°. du tartre, 4°. du fucre, 5°. il y a peut-être encore une petite portion de partie glutineufe. On retrouve à peu près les mêmes principes dans tous les fucs capables de fermentation. Les pommes & plufieurs autres fruits, contiennent encore un acide particulier, l'acide malummien. Mais Schéele l'a auffi retrouvé dans le fucre ; & cet acide ne paroît qu'une modification de celui du corps fucré, puifque ce même Chimifte l'a fait paffer à l'état d'acide faccharin.

La partie colorante paroît peu utile à la fermentation, ainfi que la partie glutineufe. Mais nous avons vu que la partie extractive eft abfolument néceffaire. Le tartre n'y eft pas d'une moindre néceffité. C'eft ce que prouvent les expériences de M. le marquis de Bullion.

Ce Chimifte faifant évaporer du moût de raifin, puis criftallifer, l'a dépouillé de tout le tartre qu'il contenoit. Il a rendu à ce moût la

même quantité d'eau qui s'étoit évaporée, & l'a abandonné pendant trois mois à une température de 15 à 16 degrés, sans qu'il y ait eu de fermentation. Une pareille quantité de moût traitée de même, fermenta dès qu'il lui eût rendu son tartre. M. de Bullion a essayé d'ajouter du sel d'oseille au lieu de tartre. Mais la fermentation n'a pu s'établir. En doublant la dose du tartre, la fermentation a également eu lieu, & en distillant le produit, il a eu moitié plus d'eau-de-vie que d'une pareille quantité du même moût qui n'avoit que son tartre naturel. La crême de tartre du commerce a produit les mêmes effets que le tartre retiré du moût de raisin. Enfin le même savant ajouta à du moût de raisin une certaine quantité de sucre & de tartre, & ayant distillé ensuite le vin, il obtint trois fois plus d'esprit ardent. Mais du sucre ajouté à du moût de raisin dont il avoit ôté le tartre, n'a pu fermenter.

Il paroît donc, par ces expériences, qu'il y a trois substances absolument nécessaires dans le moût pour la fermentation spiritueuse, 1°. le corps sucré, 2°. le tartre, 3°. la partie extractive. Enfin, il faut de l'eau pour délayer toutes ces substances.

Cependant le sucre pur uni à la partie extractive peut fermenter sans tartre. Il faut

donc que le tartre qu'a obtenu M. le marquis de Bullion provînt de la décompofition de la partie fucrée, ce qui a empêché la fermentation de ce moût dépouillé de fon tartre.

Le concours de l'air y paroît utile, & la fermentation vineufe ne s'achève jamais bien fans fon accès. Cependant je crois qu'une matière fufceptible de fermenter enfermée de manière qu'elle n'ait aucune communication avec l'air, peut donner une liqueur fpiritueufe.

J'ai mis dans une cornue 4 livres de raifin noir bien mûr que j'avois écrafé. La cornue étant bien pleine, j'en ai plongé le bec dans l'eau fous une cloche. La température a été de 12 à 18 degrés. Au bout de trois ou quatre jours, il commença à s'exciter un petit mouvement qui s'augmenta infenfiblement. Enfin, il fe dégagea de l'air. La liqueur acquit un affez beau rouge. Lorfque cet air eut chaffé toute la liqueur contenue dans le col de la cornue, je la portai dans le bain de mercure, en ayant foin de la tenir bien fermée afin qu'elle n'eût aucune communication avec l'air extérieur, & j'en plongeai le col fous la tablette de marbre. Je reçus pour lors l'air qui fe dégageoit dans des cloches pleines de mercure. En 15 jours j'ai retiré 350 pouces d'air.

J'en ai laiffé paffer 1800 parties dans une

cloche, que j'ai enſuite enlevée avec beaucoup de ſoin par le moyen d'une petite ſoucoupe pleine de mercure, & j'ai porté la cloche dans un vaſe plein d'eau de chaux. En ſoulevant la cloche de deſſus la ſoucoupe, le mercure s'eſt écoulé, & l'eau de chaux en a pris la place. Je l'ai laiſſée 48 heures dans l'eau de chaux, afin qu'elle en abſorbât entièrement tout l'air acide. Il eſt reſté 215 parties.

100 parties de ce dernier air, mêlées avec 100 parties d'air nitreux ont laiſſé pour réſidu 1,14, c'eſt-à-dire, qu'il étoit un peu moins pur que l'air atmoſphérique.

L'air qui ſe dégage de la fermentation ſpiritueuſe dans les premiers momens, contient donc environ 0,89 d'air acide, 0,08 d'air impur & 0,03 d'air pur.

Mais lorſque la fermentation eſt plus avancée, l'air qui ſe dégage eſt preſque tout de l'air acide. J'ai eſſayé celui qui ſe dégageoit au bout de 10 jours : 2000 parties ont été réduites à 0,50, 0,40, 0,30. C'eſt à peu près le réſidu que laiſſe l'air acide le plus pur.

La matière qui étoit dans la cornue au bout de 21 jours que je l'ai goûté, avoit bien une legère ſaveur vineuſe, comme le vin nouveau, mais plus foible. J'ignore ſi en prenant une beaucoup plus grande quantité du ſuc de

raiſin, & la laiſſant ainſi fermenter ſans accès de l'air extérieur, on auroit un vin généreux. Il y a apparence, d'après l'expérience que je viens de rapporter.

J'ai pris deux livres de ſuc de raiſin qui avoit commencé à fermenter, c'eſt-à-dire, du vin rouge nouveau qui étoit encore trouble, & j'en ai rempli une cornue, dont j'ai plongé le col ſous une cloche pleine d'eau. Il y a eu un dégagement prodigieux d'air pendant 8 à 10 jours. J'en ai retiré plus de 200 pouces cubiques d'air, quoique la majeure partie fût abſorbée, puiſqu'il contenoit beaucoup d'air acide. Mais j'ai voulu m'aſſurer s'il n'y avoit pas d'autres airs.

1800 parties agitées dans l'eau de chaux, ont été réduites à 0,40 ; 0,30. J'avois eu ſoin de le recevoir dans une petite cloche & de ne pas le laiſſer ſéjourner ſur l'eau.

100 parties de ce dernier & une d'air nitreux ont donné un réſidu de 1,63.

J'en ai rempli une petite cloche & y ai plongé un charbon ardent, qui s'eſt éteint auſſi-tôt.

Cet air étoit donc de l'air acide pur. Car le réſidu qu'il a laiſſé n'eſt pas plus conſidérable que celui que donne l'air acide le plus pur.

Il eſt ſurprenant qu'on n'obtienne point d'air

inflammable de la décompoſition du corps muqueux où il ſe trouve en ſi grande abondance ; c'eſt que ſans doute une partie eſt décompoſée & paſſe ſur le champ à l'état d'air impur, comme il arrive preſque toujours lorſque l'air inflammable ſe dégage lentement & ſe trouve mêlé avec de l'air pur.

Cependant dans les celliers où ſe font les vins généreux, lorſque la fermentation eſt prompte, on dit avoir vu quelquefois une vapeur s'allumer à l'approche des chandelles ; ce ſera ſans doute de l'air inflammable qui n'aura pas été décompoſé. Mais nous verrons bientôt que la plus grande partie de cet air inflammable ſe combine pour former l'eſprit ardent.

Le vin qui étoit dans cette cornue s'eſt décoloré, eſt devenu d'un jaune ſale. Il s'eſt précipité une grande quantité de matière blanchâtre. Il a perdu toute ſa force ſans cependant être paſſé à la putréfaction.

J'ai rempli parfaitement une bouteille de bierre bien mouſſeuſe, dont j'ai plongé le col dans l'eau ſous une cloche pleine d'eau, & j'ai échauffé la bouteille & l'eau du bain, de 25 à 30 degrés pour favoriſer encore le dégagement de l'air. J'en ai retiré 10 pouces, dont il y avoit ſans doute déjà eu une partie

d'abſorbée par l'eau. J'ai porté avec les précautions ordinaires, la cloche dans l'eau de chaux. Les 10 pouces, au bout de 24 heures, ont été réduits à 0,40 de pouce.

Une meſure de ce réſidu & une d'air nitreux ont donné 1,62. Ainſi cet air étoit aſſez impur, c'eſt-à-dire, qu'il contenoit une très-petite portion d'air pur.

Quoiqu'il ne ſoit pas ſurprenant que de la fermentation de toutes ces liqueurs provenues du corps muqueux, qui contiennent une ſi grande quantité d'air, ſur-tout le tartre, il s'en dégage beaucoup, il me paroiſſoit que l'air pur devoit auſſi être abſorbé par les corps qui ſubiſſent la fermentation ſpiritueuſe. J'ai mis dans une cornue de 80 pouces 8 onces ou 12 pouces de vin nouveau, dont la grande fermentation étoit achevée, & j'en ai plongé le col dans l'eau ſous une cloche. Il y a encore eu un peu d'air dégagé. Mais cet air & celui de la cloche, bien lavés dans l'eau de chaux, ont été réduits à 65 pouces. Il y avoit donc eu une véritable abſorption. Cet air, eſſayé avec l'air nitreux, étoit moins pur. Car une meſure de l'un & une meſure de l'autre ont donné pour réſidu 1,15.

J'ai mis du vin vieux ſous une cloche repoſant ſur le mercure. Au lieu d'avoir dégage-

ment d'air, il y a eu une légère absorption. Cet air lavé dans l'eau de chaux, l'a précipitée. Il y avoit donc un dégagement ou production d'air acide. Le résidu étoit moins pur que l'air atmosphérique. Car une mesure & une d'air nitreux ont donné 1,13.

L'air pur est donc absorbé par les liqueurs qui subissent la fermentation vineuse. Une partie est changée en air acide & l'autre en air impur. Par-tout nous retrouvons le même procédé de la nature. Mais ce vin exposé ainsi à l'air passe volontiers à l'aigre.

Enfin, il ne peut point y avoir de fermentation sans chaleur. Il faut qu'elle soit au moins de 10 à 20 degrés. Elle y est tellement nécessaire, que lorsqu'elle n'est pas assez forte, on l'excite par des moyens extérieurs. On porte du feu dans les celliers lorsque la nature du raisin ou la température extérieure ne permettent pas à la fermentation de s'exciter assez promptement. Mais qu'est-ce qui produit cette chaleur dans cette grande masse ?

L'air pur contient beaucoup de chaleur spécifique qu'il abandonne lorsqu'il se combine. Dans la fermentation il y a absorption & combinaison d'une certaine quantité d'air pur. Il y portera donc de sa chaleur.

Mais cette cause ne peut pas être la principale.

pale. Il y a des matières en fermentation qui s'échauffent au point de se brûler, de prendre feu sans qu'il y ait accès de l'air, au moins d'une quantité sensible; par exemple, de grandes quantités de foin, entassé sans qu'il soit sec, des étoffes de laine ou des peaux imbibées d'huile, &c. s'échauffent dans le centre où l'air ne peut arriver, ou n'arrive que difficilement. Enfin, dans les expériences que je viens de rapporter, la fermentation vineuse s'est établie sans le concours de l'air. Il faut donc recourir à d'autres moyens.

Une des causes les plus ordinaires de la chaleur est le frottement. Or la fermentation est toujours accompagnée d'un assez grand mouvement qui produit des frottemens entre toutes les parties du corps qui fermente. Ceci pourra donc produire de la chaleur.

D'ailleurs, il y a beaucoup de chaleur combinée dans les matières qui fermentent. Ces substances sont décomposées. Leur chaleur pourra donc se dégager en partie pour rentrer dans les nouveaux composés, & c'est-là sans doute une des causes les plus actives de cette chaleur.

Mais il reste à savoir qu'est-ce qui donne la première impulsion à cette masse ; quel est l'agent qui la met en mouvement ? Car la fer-

mentation vineuse est toujours accompagnée d'un grand mouvement. Il y a une espèce d'ébullition ou d'effervescence. Une partie du corps muqueux se décompose. L'acide & l'huile fournissent par cette décomposition cette grande quantité de différens airs que nous avons vus. Mais en même temps il y a de nouvelles combinaisons & de nouveaux produits.

Je crois que la chaleur extérieure, qui est absolument nécessaire, commence à donner la première impulsion, parce qu'elle entretient la liquidité, & qu'il y a un mouvement intestin dans tous les liquides, comme nous l'avons vu. L'air pur qui se combine augmente ce premier mouvement. Enfin l'acide du tartre que nous avons vu très-abondant dans le moût, & qui se trouve développé par l'absorption de l'air pur, agit sur les autres principes du moût, la partie sucrée & l'huile, comme nous savons que tous les acides agissent sur ces substances. Ces agens réunis excitent un mouvement intestin dans toute la masse, il y a décomposition, effervescence ou dégagement d'air, &c.

Nous avons un exemple de tous ces phénomènes dans l'efflorescence des pyrites, lorsqu'elles sont humectées. L'eau & l'air décomposent le soufre, dont l'acide réagit sur le fer; il y a chaleur, qui quelquefois est au point

d'enflammer le soufre & de produire de la flamme. Quoiqu'on ne pourroit donner le nom de *fermentation* qu'improprement à cette efflorescence des pyrites, cependant ce sont des phénomènes absolument semblables, & il en est beaucoup d'autres analogues dans le règne minéral, tels sont ceux qui forment lentement & dans la suite des sièces les différens minéraux & ensuite les décomposent.

Une partie de ces airs qui se dégagent de la fermentation spiritueuse, savoir, l'air acide, l'air pur, l'air inflammable & l'air impur, se combinent de nouveau dans le sein de la liqueur même, soit entre eux, soit avec une portion d'air pur absorbée de l'atmosphère & la matière de la chaleur. De cette combinaison naissent les nouveaux produits que nous allons retrouver résultans de cette fermentation. Mais il faut arrêter cette fermentation à propos. Car si elle est de trop longue durée, ces airs se dissipent, ainsi que tous les autres principes volatils. La décomposition est totale, & il ne reste plus qu'une liqueur vappide & sans force. C'est ce qui arrive aux vins qu'on laisse fermenter trop long-tems dans des vaisseaux découverts. Pour prévenir cet accident, lorsque le vin a fermenté un certain tems, on l'ôte de la cuve qui est trop ouverte, & on le met

dans des tonneaux auxquels on ne laiſſe qu'une petite ouverture, pour donner iſſue à une partie de l'air qui continue encore à ſe dégager quoiqu'en moindre quantité. Néanmoins il n'eſt pas néceſſaire de laiſſer échapper cet air. Car ſi on a des vaiſſeaux aſſez forts, des tonneaux aſſez bien conditionnés, on peut les fermer abſolument. Le vin fait pour lors de grands efforts & demeure toujours mouſſeux : c'eſt-à-dire, que l'air cherchant ſans ceſſe à ſe dégager, le fait avec force dès qu'il ne trouve plus d'obſtacles, & qu'on débouche les vaiſſeaux où il eſt contenu. C'eſt ce que font les vins mouſſeux, la bierre, &c. Lorſqu'on laiſſe échapper une aſſez grande quantité d'air, la fermentation ſe calme, le vin n'eſt plus mouſſeux. Je dis que la fermentation ſe calme; car elle ne ceſſe pas, & même on peut dire que tant que le vin eſt vin, il fermente, quoiqu'on lui ôte tout accès avec l'air extérieur, en le renfermant dans des bouteilles ou autres vaiſſeaux bien fermés. Mais dans cet état l'air qui ſe dégage ſe recombine auſſi-tôt & forme de nouveaux produits.

La nature, dans la fermentation vineuſe, recompoſe donc à meſure qu'elle décompoſe. Une partie des airs qu'elle dégage, ainſi que la matière de la chaleur, ſont auſſi-tôt combinés

pour former les différentes ſubſtances qui ſe retrouvent dans les liqueurs ſpiritueuſes.

Car cette liqueur eſt abſolument différente du corps muqueux qu'on a employé. Celui-ci étoit doux, ſucré: celui-là eſt ſpiritueux, & a une ſaveur vive, &c. Nous allons particulièrement examiner le vin.

On diſtingue trois parties principales dans le vin : la première eſt la partie ſpiritueuſe; la ſeconde la partie tartareuſe, & la troiſième une partie extractive & colorante.

Cette partie extractive & colorante, qui contient dans certains vins le principe qui donne *le goût de terroir*, réſidoit en partie dans le raiſin. Il eſt bien ſingulier que cette partie extractive qui paroît néceſſaire pour commencer la fermentation ſe décompoſe ſi peu. Elle l'a cependant été en partie, car elle n'eſt pas la même qu'elle étoit dans le raiſin.

Le tartre exiſtoit auſſi en partie dans le raiſin, & nous avons vu que celui du raiſin étoit une partie eſſentielle à la fermentation. Il paroît donc que tout celui qui ſe précipite du vin étoit dans le raiſin, & n'a pas été produit. C'eſt ſans doute une partie ſurabondante que la nature n'a pas employée, & effectivement il y a beaucoup de liqueurs ſpiritueuſes, telles que les poirées, les cidres, la bierre, qui ne

laissent point précipiter de tartre. Cependant il seroit possible qu'une partie de ce tartre vînt de la décomposition du corps sucré dont l'acide n'est que celui du tartre modifié, ainsi que nous le verrons.

Le produit essentiel de cette fermentation sera donc la partie spiritueuse, l'esprit-de-vin. On ne peut douter que celui-ci ne soit l'ouvrage de la fermentation. Il paroît à peu près le même dans toutes les liqueurs fermentées dont on retire toujours une partie spiritueuse qui a essentiellement les mêmes qualités, quoiqu'elle présente quelques légères modifications dans chaque liqueur.

La nature de l'esprit-de-vin est très-peu connue. Il est soluble dans l'eau, dans l'huile, dans les acides, dans les alkalis, &c. il brûle sans laisser de résidu, & on ne peut le décomposer à la distillation. Mais on y parvient en le mêlant avec les acides.

Dans la formation de l'éther vitriolique, on en retire une huile appelée *huile douce du vin*, & il reste au fond du vase un charbon. Or le charbon paroît un composé du débri des huiles & des acides végétaux. Le résidu du mélange de l'esprit-de-vin & de l'acide nitreux donne du vinaigre. On ne sauroit donc douter que l'esprit-de-vin ne contienne une huile & un acide végétal.

Il me paroît que l'esprit-de-vin n'est autre chose qu'un acide saturé par un principe inflammable. Ce sera l'acide du corps sucré ou muqueux qui se sera ainsi atténué & volatilisé. Mais le principe inflammable y est en beaucoup plus grande quantité. C'est ce qui rend cette liqueur si combustible. Nous avons vu que dans la formation de l'éther vitriolique on retire une huile. L'éther n'est plus guère miscible avec l'eau. Ainsi l'esprit-de-vin est donc rapproché des huiles dans cette opération.

D'un autre côté les huiles inessentielles, par exemple, dans la distillation se rapprochent des huiles essentielles ; & celles-ci sont très-voisines de l'esprit-de-vin. Elles sont âcres, caustiques comme lui, brûlent de même. Il n'y a que la solubilité dans l'eau qu'elles ne possèdent pas à un si haut degré. Encore l'essence ou partie aromatique est-elle soluble dans l'eau,& entraîne quelquefois avec elle une portion d'huile essentielle, qui, il est vrai, vient ensuite surnager par le repos. Enfin, elles contiennent un acide qu'on ne sauroit y nier.

Je regarde donc l'esprit-de-vin comme une combinaison particulière d'un acide, qui paroît être celui du tartre, avec un principe inflammable quelconque. En traitant l'esprit-de-vin avec l'acide nitreux, ce principe inflammable

eſt en partie décompoſé & paſſe ſous forme d'air nitreux, d'air acide, d'air impur & quelquefois d'air inflammable; tandis que l'acide eſt changé ſoit en acide ſaccharin, ſoit en vinaigre.

Il reſte maintenant à ſavoir ſi ce principe inflammable qui, combiné avec l'acide tartareux, forme l'eſprit-de-vin, eſt une huile ſemblable à l'huile du vin ou à toute autre; ou ſi c'eſt l'air inflammable lui-même du corps ſucré que nous avons vu ſe dégager, qui ſe feroit auſſi-tôt recombiné avec le tartre. La matière de la chaleur & peut-être une portion d'air pur entreroient auſſi dans cette combinaiſon. Il me ſemble plus probable que c'eſt l'air inflammable lui-même, qui, combiné avec le tartre, forme l'eſprit-de-vin. Nous avons vu que les huiles ne ſont qu'un acide ſaturé d'air inflammable. L'eſprit-de-vin a toutes les qualités des huiles. Il doit donc être compoſé comme elles. Il n'en diffère peut-être, qu'en ce qu'il paroît qu'il ne contient pas le même acide. Le ſien eſt celui du tartre, & ceux des huiles ineſſentielles en paroiſſent différens, & rapprochent de l'acide ſébacé, de celui du beurre de cacao, &c.

M. Lavoiſier a recours à la décompoſition de l'eau pour expliquer les phénomènes de la fermentation ſpiritueuſe. Il a pris du ſucre,



qu'il a fait diſſoudre dans quatre à cinq fois ſon poids d'eau ; puis il y a ajouté un peu de levure de bierre pour faire entrer la matière en fermentation. Il s'eſt dégagé une très-grande quantité d'air acide ; la matière a acquis le degré ſpiritueux. Il a diſtillé & a obtenu une certaine quantité d'eſprit-de-vin. Ayant tenu compte de tous les produits, il trouve qu'il y a eu environ un dixième d'eau qui a diſparu. Cette eau, dit-il, a été décompoſée ; ſon air pur s'eſt uni avec une partie de la matière charbonneuſe du ſucre, pour former l'air acide qui s'eſt dégagé. La partie d'air inflammable de l'eau s'eſt unie avec une autre partie de la matière charbonneuſe du ſucre, & a formé la partie ſpiritueuſe, conjointement avec l'air inflammable du ſucre. Car ce Chimiſte regarde le ſucre comme compoſé de charbon, d'air inflammable & d'eau, & l'eſprit-de-vin comme compoſé de 0,28 de charbon, de 0,08 d'air inflammable, & de 0,64 d'eau & d'une portion de vinaigre.

Je ne répéterai pas ce que j'ai dit ailleurs ſur ce ſentiment, en parlant des huiles & du corps ſucré. Je me bornerai à rappeler 1°. que la décompoſition de l'eau n'eſt rien moins que prouvée ; 2°. que j'ai démontré que le charbon ne donne de l'air acide en ſe combinant avec

l'air pur, que lorſqu'il eſt à l'état d'incandeſcence, ce qui n'eſt pas certainement dans la fermentation où la chaleur eſt peu conſidérable; 3°. que le charbon éteint dans le mercure & introduit dans l'air inflammable l'abſorbe, que pour lors on ne peut nier que ce charbon contienne de l'air inflammable, & que cependant il eſt bien éloigné d'être du ſucre, de l'huile ou de l'eſprit-de-vin. Il faut donc encore ranger toutes ces idées au nombre des pures hypothèſes qui ne ſont nullement fondées.



DE L'ÉTHER.

EN combinant l'efprit-de-vin avec un acide quelconque par des procédés particuliers, on les dénature l'un & l'autre, & on obtient des nouveaux produits connus fous le nom d'acides dulcifiés & de liqueurs éthérées. Comme l'air joue auffi un grand rôle dans cette opération, je fuis forcé d'en parler ici.

Lorfqu'on mêle des acides avec l'efprit-de-vin, & qu'on les laiffe ainfi quelque tems, il fe forme un commencement de combinaifon. La liqueur acquiert une odeur agréable. L'acide & l'efprit-de-vin perdent de leurs qualités, & on a une liqueur connue fous le nom d'acide dulcifié, & que nous pouvons appeler *acide alkoolifé.* Nous avons déjà vu que les acides peuvent s'unir aux huiles, & forment ce qu'on a appelé *favons acides.* Les acides alkoolifés rapprochent beaucoup de ceux-ci, excepté qu'ils confervent leur liquidité, & que dans l'autre combinaifon ils la perdent, & le mêlange acquiert une confiftance plus ou moins ferme.

En laiffant l'acide & l'efprit-de-vin mêlés plus long-tems, la combinaifon devient plus

parfaite, & dans quelques circonſtances on obtient un nouveau produit qui eſt l'éther. L'acide nitreux ainſi mêlé avec l'eſprit-de-vin, donne au bout de quelque mois un véritable éther nitreux, comme l'a prouvé M. Navier. Mais ce procédé ne réuſſit pas avec tous les acides.

Pour faire l'éther vitriolique, on met dans une cornue de l'eſprit-de-vin, ſur lequel on mêle peu à peu, & avec précaution, partie égale d'acide vitriolique. La liqueur s'échauffe beaucoup. On place la cornue ſur un bain de ſable échauffé, on y ajuſte pluſieurs ballons, & on diſtille. Il paſſe une première liqueur qui paroît être de l'acide dulcifié, ſuccède à celui-ci du véritable éther, puis de l'acide ſulfureux, qui monte en même tems que l'éther, ainſi qu'une véritable huile qu'on appelle *huile du vin*, & qui a une odeur fort agréable. Enfin, il demeure au fond de la cornue une matière charbonneuſe mélangée de beaucoup d'acide vitriolique & d'acide ſulfureux.

Schéele a ajouté au mêlange de la chaux de manganèſe. Il a pris une once de celle-ci, une demi-once d'acide vitriolique, & une once d'eſprit-de-vin qu'il a mêlangées & a procédé à la diſtillation. Il a paſſé d'abord une liqueur éthérée, puis beaucoup de vinaigre & d'air

acide. Il dit même avoir obtenu du vinaigre ſans le ſecours de la manganèſe.

Tous les autres éthers ſe font à peu près de la même manière. Néanmoins il y a des procédés particuliers pour chaque acide.

L'éther nitreux peut ſe faire en mêlant ſimplement l'acide nitreux & l'eſprit-de-vin, & lorſqu'on diſtille le tout, on a auſſi à la fin de l'opération du vinaigre.

Il eſt plus difficile d'avoir de l'éther marin. On ne peut y réuſſir avec l'acide marin ordinaire. M. de Courtanvaux imagina de ſubſtituer à cet acide la liqueur fumante de Libavius ou la diſſolution marine d'étain, que l'on regardoit dans ce tems comme un acide marin ſeulement plus concentré. Mais les travaux de Schéele nous ont appris que cet acide contenoit un excès d'air pur, & qu'il avoit des propriétés très-différentes de l'acide marin ordinaire.

Schéele obtint donc l'éther marin par un procédé plus court. Il méla une once de manganèſe pulvériſée avec 4 onces d'acide marin ordinaire & 2 onces d'eſprit-de-vin. Il laiſſa ce mêlange 7 mois dans un flacon bien bouché en l'agitant de tems en tems. La liqueur prit enfin une odeur d'éther. Mais pour en obtenir davantage, il ajouta de l'acide vitriolique, &

il obtint pour lors beaucoup d'éther marin en distillant le tout, & il ne passa point d'air acide.

M. Pelletier est parvenu à faire une grande quantité d'éther marin, en mêlant la manganèse & l'acide marin concentré avec l'esprit-de-vin & distillant le tout, il n'y a point eu d'air dégagé.

M. le comte de Lauragais est le premier qui ait obtenu de l'éther acéteux, en mêlant l'esprit-de-vin avec le vinaigre radical & procédant à la distillation, il passe une grande quantité d'éther acéteux. Ce vinaigre radical qu'on obtient en distillant les cristaux de verdet, paroît avec raison à M. Berthollet contenir un excès d'acide.

On peut faire de l'éther avec la plupart des autres acides.

Bergman en a fait avec l'acide saccharin.

M. Gœttling en a fait avec l'acide retiré de l'écorce du bouleau. Or nous savons que le bouleau contient beaucoup de matière sucrée. Cet acide paroît donc être le même que celui du sucre.

M. Crell, en mêlant l'esprit-de-vin avec l'acide sébacé, en a retiré de l'éther. Or cet acide paroît le même que celui du beurre de cacao, & peut-être de toutes les huiles inessentielles. Ainsi on pourroit donc en faire avec tous ces acides.

Schéele a obtenu de l'éther, en mêlant l'esprit-de-vin avec l'acide du benzoin, ainsi qu'avec l'acide fluorique. Mais il n'en a pu obtenir de l'acide du tartre, de l'acide citronien, de l'acide boracin, ni de l'acide succinique.

MM. les auteurs de la Chimie de Dijon pensent qu'on pourroit retirer de l'éther, de l'acide phosphorique. Il est vraisemblable qu'on parviendra à faire de l'éther avec tous les acides, sur-tout en les employant lorsqu'ils contiennent un excès d'air pur.

Mais, qu'est-ce que l'éther? qu'est-ce que l'acide dulcifié? Nous avons vu que celui-ci n'est autre chose qu'une combinaison commencée de l'acide avec l'esprit-de-vin, & c'est ce qu'il est facile de prouver par l'expérience.

J'ai versé sur de l'acide vitriolique alkoolisé, quelques goutes de dissolution de terre pesante par l'acide marin. Il y a eu aussi-tôt un précipité.

J'ai versé également de la dissolution d'argent dans l'acide marin alkoolisé. Il y a eu aussitôt du sel marin d'argent précipité.

Schéele a également constaté la présence de ces acides dans les éthers. Il fit dissoudre de l'alkali caustique dans l'esprit-de-vin, puis y ajouta de l'éther vitriolique, & enfin de l'acide

nitreux. Le mêlange acquit l'odeur d'éther nitreux. Il fit évaporer le tout jusqu'à ce qu'il n'en restât que quelques gouttes. Il y versa pour lors de la dissolution de terre pesante, qui fut aussi-tôt précipitée ; ce qui lui fit conclure qu'il y avoit dans ce résidu de l'acide vitriolique.

Il répéta le même procédé sur l'éther marin. Le résidu qu'il obtint précipita abondamment la dissolution nitreuse d'argent. Ainsi on ne peut douter que cet éther ne contînt de l'acide marin, mais à l'état d'acide marin ordinaire & sans excès d'air pur.

Il paroît donc qu'on peut conclure de ces expériences qu'il se trouve toujours dans les éthers une portion de l'acide qu'on a employé à les former.

Mais en même tems une partie de l'esprit-de-vin est décomposée. Car dans la formation de l'éther vitriolique nous avons eu de l'acide sulfureux, du charbon & enfin de l'huile de vin. Lorsqu'on a ajouté au mêlange de la manganèse, il y a eu du vinaigre. Nous avons obtenu le même vinaigre dans la distillation de l'éther nitreux.

D'un autre côté, la plupart des acides ne peuvent former de l'éther avec l'esprit-de-vin que lorsqu'ils sont avec excès d'air pur. Que se passe-t-il donc dans cette opération ?

Nous

Nous avons vu que l'acide dulcifié ou alkoolisé n'eſt que l'acide combiné en partie avec l'eſprit-de-vin. Je crois que l'éther n'eſt que cette combinaiſon portée plus loin ; puiſqu'il eſt prouvé que l'acide s'y retrouve ; & d'ailleurs l'odeur ne permet pas d'en douter.

Mais comme l'eſprit-de-vin contient une trop grande quantité d'air inflammable, la combinaiſon ne peut ſe faire, qu'il ne ſe dégage beaucoup de cet air inflammable, ou qu'il ſoit abſorbé. Dans la formation de l'éther vitriolique il y a une partie de l'acide converti en acide ſulfureux, parce qu'il s'eſt combiné avec l'air inflammable excédent. En même tems il y a une portion d'huile de vin. Mais ſi on ajoute de la manganèſe dans l'opération, elle fournit beaucoup d'air pur, on a une plus grande quantité d'éther. C'eſt que pour lors cet air pur s'unit avec une portion de l'air inflammable de l'eſprit-de-vin, ce qui ôte cet excès d'air inflammable & favoriſe beaucoup la combinaiſon.

La même choſe a lieu avec tous les autres acides qui ne peuvent former de l'éther que lorſqu'ils ſont avec excès d'air pur, tels ſont l'acide marin, l'acide acéteux, &c. Il n'y a que l'acide nitreux qui n'ait pas beſoin d'avoir cet excès d'air pur, parce qu'il en contient beau-

coup naturellement ; d'ailleurs, une portion d'air inflammable eſt dégagée ſous forme d'air nitreux, comme elle ſe trouve dans l'acide ſulfureux lors de la formation de l'éther vitriolique.

Nous verrons les mêmes phénomènes ſe préſenter dans les diſſolutions métalliques. L'acide nitreux, ſur-tout le blanc, dont l'air pur eſt ſi peu adhérent, diſſout tous les métaux, parce qu'une partie de ſon air pur ſe combine avec une portion de l'air inflammable métallique qui ſe dégage en air nitreux. Mais il eſt un grand nombre de ſubſtances métalliques que les autres acides, tels que le vitriolique, le marin, le phoſphorique, &c. ne peuvent attaquer. Cependant ils les enlèvent à l'acide nitreux lorſque celui-ci les a diſſous & en partie dépouillés de leur air inflammable. L'acide marin avec excès d'air pur diſſout ces mêmes métaux, qu'il ne peut attaquer dans ſon état naturel ; c'eſt qu'une partie de ſon air pur ſe combine avec une portion de l'air inflammable métallique. Pour lors il ſe trouve en état d'attaquer le métal ; & ce qui confirme que l'acide agit de la même façon dans l'une & l'autre expérience, c'eſt qu'il n'y a point de dégagement d'air, ni dans la formation de l'éther marin par l'acide marin avec excès d'air

pur, ni dans la diſſolution du fer, par exemple, par le même acide.

Il s'agit maintenant de ſavoir ſi l'eſprit-de-vin eſt tout entier dans l'éther, ou s'il n'y en a qu'une partie; enfin, s'il a été tout décompoſé.

Macquer croyoit que l'éther n'étoit que l'eſprit-de-vin déphlegmé, c'eſt-à-dire, que l'acide avoit enlevé à l'eſprit-de-vin une partie de ſon eau principe. Mais nous avons vu que les éthers ſont de véritables combinaiſons de l'eſprit-de-vin avec les acides qu'on a employés, & qu'on y démontre facilement. L'odeur de ces différentes eſpèces d'éther prouve également que ces acides s'y retrouvent. Mais cet eſprit-de-vin eſt-il décompoſé ?

Il eſt certain qu'il y en a une partie décompoſée dans l'opération; puiſque nous avons de l'huile de vin, du vinaigre, que les acides deviennent chargés d'air inflammable, tel eſt l'acide vitriolique qui paſſe à l'état d'acide ſulfureux, l'acide marin avec excès d'air pur qui perd cet excès, &c. &c. enfin il y a production d'air impur.

Mais la portion ſpiritueuſe qui eſt combinée avec l'acide pour former l'éther, eſt-elle décompoſée elle-même? Je le penſe. Dans l'acide dulcifié ou alkooliſé, elle eſt entière; mais

elle est altérée dans l'éther. Elle a perdu une partie de son air inflammable, puisque les acides n'ont pu s'unir avec elle qu'autant qu'ils ont surabondance d'air pur. Il n'y a point d'air inflammable ou autre dégagé dans la formation de l'éther marin, parce que l'air inflammable & l'air pur se combinent; de même qu'en faisant dissoudre du fer ou d'autres métaux dans l'acide marin avec excès d'air pur, il n'y a non plus aucun dégagement d'air.

Enfin les acides présentent les mêmes phénomènes avec toutes les autres espèces d'huile qu'avec l'esprit-de-vin. L'acide vitriolique versé sur une huile inessentielle, par exemple, l'huile d'olives, l'attaque, la noircit, mais se combine avec elle, s'il n'est pas concentré; le mêlange acquiert beaucoup de consistance, & a une odeur agréable. L'acide nitreux affoibli se combine aussi avec les huiles inessentielles, & forme une espèce de cire. L'acide prend également une odeur agréable.

L'acide marin n'agit que très-lentement sur l'huile d'olives qu'il noircit cependant à la longue. Mais l'acide marin avec excès d'air pur agit très-promptement, & il n'y a non plus aucun dégagement d'air.

Je pense donc que ces acides agissent de même sur l'esprit-de-vin, qui est une vraie

huile. Mais comme ſon acide eſt différent, & plus développé, il ſe trouve ſouvent libre, & on obtient du vinaigre. L'eſprit-de-vin eſt donc toujours plus ou moins altéré dans l'éther.

Il s'enſuit que l'éther contient plus d'acide que l'eſprit-de-vin, & cela eſt ſi vrai, que ſi on veut conſerver l'éther pur, il faut toujours le tenir ſur l'alkali cauſtique ou la chaux, autrement l'acide y domine bientôt.

Il paroîtroit cependant que l'éther contenant plus d'acide que l'eſprit-de-vin devroit être plus ſoluble dans l'eau, & cependant c'eſt le contraire. Sans doute cela dépend de la nature de la combinaiſon.



DE LA FERMENTATION ACÉTEUSE.

LA fermentation acéteuse a été regardée comme le second degré de la fermentation, parce qu'effectivement le corps muqueux passe d'abord à la fermentation spiritueuse avant que de devenir vinaigre. Cependant, ceci ne doit point être regardé comme général, puisque nous avons vu beaucoup de substances passer à l'aigre sans avoir subi de fermentation spiritueuse. Les gelées animales aigrissent ainsi que la pâte, le lait, &c. &c. & elles n'avoient pas passé à la fermentation spiritueuse. Cependant, comme le vinaigre qu'on retire de toutes les liqueurs spiritueuses, est le produit le plus pur de la fermentation acéteuse, c'est à celui-ci que nous allons nous arrêter plus particuliérement.

J'ai rempli de vin qui passoit à l'aigre deux cornues de 50 pouces, puis j'y ai ensuite introduit 30 pouces cubiques d'air pur. En ayant plongé le bec dans un vase plein de mercure, je les ai laissées ainsi 20 jours. Il y a eu 4 pouces d'air absorbés ; j'ai fait passer l'air d'une de ces cornues dans l'eau de chaux qui

n'a pas été précipitée d'une manière sensible, ni n'a été absorbé.

Cet air ainsi lavé dans l'eau de chaux étoit très-impur. Une mesure & trois d'air nitreux ont donné pour résidu 0,91, & auparavant les mêmes quantités avoient laissé pour résidu 0,18.

La liqueur de l'autre cornue étoit devenue un vinaigre assez fort. C'est, je crois, M. l'abbé Rozier qui a observé le premier que le vin, en passant à l'état de vinaigre, absorboit beaucoup d'air. Ce Physicien, qui s'occupe si utilement à perfectionner l'agriculture, ajusta sur l'ouverture d'un tonneau de vin qui agrissoit, une vessie pleine d'air; & il vit bientôt que tout l'air étoit absorbé, & que la vessie étoit devenue flasque.

J'ai aussi mis sous une cloche du fort vinaigre. Il a absorbé beaucoup d'air & a encore acquis de la force. L'air qui restoit ne contenoit point d'air acide, & avoit été très-vicié d'ailleurs.

L'accès de l'air pur n'est cependant pas d'une nécessité absolue pour la formation du vinaigre. J'en ai fait avec du lait sans communication avec l'air atmosphérique, comme je l'ai exposé en parlant du lait. Mais suivons les phénomènes de la fermentation acéteuse.

La liqueur commence par se troubler. Le tartre qui étoit déposé se redissout. Toute la

masse prend un mouvement, cependant moins vif que dans la fermentation spiritueuse. L'esprit-de-vin si subtil, peut se volatiliser en partie. Mais la plus grande quantité se décompose. Son air inflammable se dégage, & son acide, qui est celui du tartre, demeure à nud. En même tems l'air pur qui est absorbé de l'atmosphère, s'unissant avec une portion de cet acide, le fait passer d'abord à l'état d'acide saccharin, puis de vinaigre.

Rouelle l'aîné avoit vu qu'en mêlant l'acide nitreux avec l'esprit-de-vin, il obtenoit des cristaux, qu'il appeloit *cristaux d'hierne*, lesquels n'étoient que l'acide du sucre de Bergman. Procédant ensuite à la distillation de ce mélange d'acide nitreux & d'esprit-de-vin, il obtint du vinaigre. Il croyoit alors que ce vinaigre étoit un produit de l'acide nitreux décomposé, & uni à une portion de l'huile du vin.

Schéele, en distillant du sucre avec l'acide vitriolique & la manganèse, a obtenu un vinaigre très-fort. Il a répété l'expérience en substituant des gommes au sucre, & il eut encore du vinaigre.

Nous avons vu que dans la formation des éthers, en distillant le mélange des acides avec l'esprit-de-vin, on a presque toujours du vinaigre.

M. Weftrumb a repris ces expériences qu'il a fuivies avec beaucoup de foin, & cet excellent Chimifte eft parvenu à convertir entièrement les acides tartareux & faccharin en vinaigre.

M. Crell a auffi fait un grand nombre de belles expériences qui confirment celles-ci. Il a fait digérer pendant quelques mois l'acide tartareux avec l'efprit-de-vin, & il a obtenu du vinaigre.

L'acide faccharin & l'efprit-de-vin digérés également pendant quelque tems ont été changés en vinaigre.

L'efprit-de-vin diftillé plufieurs fois fur l'alkali cauftique, devient vinaigre.

En faturant avec la craie le réfidu de l'acide nitreux dulcifié, il a obtenu un fel qui s'eft précipité; ce fel a été enfuite diffous dans l'eau bouillante, & en y verfant un acide vitriolique affoibli, il a été décompofé. Il s'eft précipité un vitriol calcaire, & il s'eft dégagé un véritable acide du tartre. On obtient encore ce même acide du tartre à l'état empireumatique en diftillant ce même réfidu. Voici donc l'acide du tartre obtenu du mêlange de l'efprit-de-vin avec l'acide nitreux.

Mais nous avons vu qu'en faifant digérer long-tems cet acide nitreux avec l'efprit-de-

vin, on n'obtient plus d'acide du tartre, mais de l'acide saccharin.

Enfin, en distillant ce même mélange, on obtient sur la fin de l'opération un véritable vinaigre.

Voilà donc l'acide du tartre, l'acide du sucre, & l'acide acéteux obtenus du même mélange; mais à différentes époques, suivant que l'acide nitreux & l'esprit-de-vin ont plus ou moins réagi l'un sur l'autre.

Il s'ensuit, conclut M. Crell, que l'acide du tartre, celui du sucre & celui du vinaigre, sont des modifications du même acide, contenant plus ou moins de phlogistique. L'acide du tartre en a le plus, celui du sucre un peu moins que le premier, & le vinaigre en a encore moins que les deux autres.

M. Hermstad a confirmé tout ce qu'avoient avancé MM. Westrumb & Crell; en sorte qu'il ne peut demeurer aucun doute que ces trois acides ne soient des modifications les uns des autres. Voici un précis de ses expériences.

Il a fait évaporer le mélange de l'acide nitreux & de l'esprit-de-vin, & sur le résidu il a versé du sel acéteux calcaire. Il s'est fait un précipité qu'il a fait dissoudre dans une grande quantité d'eau, puis y a ajouté de l'acide vitriolique qui a décomposé ce sel, & il a obtenu un véritable acide du tartre.

Sur une autre portion du même résidu de l'acide nitreux dulcifié ou alkoolisé, il a versé de l'acide nitreux & a procédé comme lorsqu'on retire l'acide saccharin ; il en a effectivement obtenu.

Enfin, en distillant à siccité ce résidu, il a obtenu du vinaigre.

Dans le premier procédé, l'acide nitreux n'enlève à l'esprit-de-vin qu'un portion de son air inflammable : peut-être lui fournit-il aussi une partie d'air pur. L'esprit-de-vin ainsi décomposé laisse à nud son acide, qui est celui du tartre.

Mais cet acide tartareux, ou plutôt ce résidu qui le contient, distillé sur l'acide nitreux, perd encore plus de son air inflammable, qui passe sous forme d'air nitreux ; l'acide nitreux lui donne encore une portion d'air pur, & on a l'acide du sucre ou saccharin.

Si on continue la distillation jusqu'à siccité, on a du vinaigre, parce que l'acide du tartre perd encore plus de son air inflammable, & l'acide nitreux lui fournit plus d'air pur.

Enfin, ce même résidu qui contient l'acide du tartre distillé avec l'acide vitriolique & la manganèse, on a du vinaigre. On a encore le même acide acéteux en faisant bouillir l'esprit-de-vin avec l'acide vitriolique & la manganèse ;

& il se dégage pour lors de l'air impur. Dans ces opérations, l'air inflammable se sépare de plus en plus de l'esprit-de-vin, & se combinant avec une portion de l'air pur de la manganèse, il forme l'air impur; tandis qu'une autre portion de cet air pur se combinant avec l'acide de l'esprit-de-vin, le fait passer à l'état de vinaigre.

Toutes les substances qui peuvent absorber l'air inflammable & fournir de l'air pur, produisent le même effet. En distillant de l'esprit-de-vin & de l'acide marin avec excès d'air pur, on obtient aussi du vinaigre.

Ces belles expériences nous font voir ce qui se passe dans la fermentation acéteuse. L'esprit-de-vin perd de son air inflammable. Son acide qui est celui du tartre demeure à nud. Mais en même tems il y a absorption de l'air pur qui s'unissant à l'acide tartareux, le fait passer à l'état d'acide saccharin. Celui-ci perdant encore de son air inflammable & acquérant de nouvel air pur, devient vrai vinaigre.

Lorsque le vin contient beaucoup de tartre, cet acide se trouvant dissous dans la masse par le mouvement de la fermentation, contribue à la formation du vinaigre. Mais c'est principalement l'acide de l'esprit-de-vin qui forme le bon vinaigre, & cela est si vrai que plus un vin sera

généreux, c'est-à-dire, contiendra des parties spiritueuses, meilleur sera le vinaigre qu'on en retirera; & lorsque le vin ne contient pas assez de cette partie spiritueuse, il faut lui en ajouter, si on veut avoir du bon vinaigre. C'est pourquoi nous avons vu que l'esprit-de-vin ajouté au lait le convertit en vinaigre. Tous ces faits confirment bien ce que nous avons dit que l'esprit-de-vin n'est autre chose que l'acide tartareux saturé d'air inflammable.

Nous avons vu que l'air pur contribue beaucoup à la formation du vinaigre. Cependant il n'est point de nécessité première, puisque j'ai obtenu du lait un vrai vinaigre sans accès de l'air pur. Souvent le vin aigrit dans les bouteilles ou dans les tonneaux, quoiqu'il n'ait point de communication avec l'air extérieur.

M. Crell a obtenu du vinaigre en distillant de l'esprit-de-vin plusieurs fois sur de l'alkali caustique, qui n'a pu fournir de l'air pur. L'air pur n'agit donc dans cette opération qu'autant qu'il fait disparoître l'excès d'air inflammable, comme nous verrons qu'il le fait relativement à l'acide sulfureux qu'il convertit en acide vitriolique. Mais si cet air inflammable se dégage par tout autre procédé; l'air pur n'y est plus nécessaire. Or c'est ce que paroît faire la fermentation continuée plus long-tems sans accès

de l'air atmoſphérique. Il ſe dégage une plus grande quantité d'air inflammable, & on a du vinaigre.

Ne ſe pourroit-il pas qu'une portion de l'air pur abſorbé de l'atmoſphère, ſe combinant avec ceux qui proviennent de la décompoſition de la partie ſpiritueuſe, forme de l'acide végétal & du vinaigre, de la même manière que nous avons vu que ſe forment les acides végétaux dans les plantes, & les acides minéraux dans les nitrières & ailleurs? Quoique ceci fût poſſible, rien ne prouve encore que ce ſoit le procédé de la nature. Je crois donc plutôt que c'eſt l'acide même qui entre dans la partie ſpiritueuſe du vin, qui ſe change en vinaigre, ſoit par le dégagement de l'air inflammable, ſoit par l'abſorption de l'air pur, & par l'une & l'autre cauſe dans les procédés ordinaires.

Néanmoins on peut avoir du vinaigre ſans la partie ſpiritueuſe. Nous avons vu qu'un grand nombre de ſubſtances qui ne peuvent ſubir la fermentation ſpiritueuſe, paſſent tout de ſuite à l'aigre; telles ſont les gelées animales, les plantes qui ne contiennent pas aſſez de parties ſucrées, les farines, le lait, &c. &c. Les ſubſtances même les plus propres à la fermentation ſpiritueuſe deviennent aigres, ſi

on ne conduit pas leur fermentation avec les précautions néceſſaires. C'eſt que toutes ces ſubſtances contiennent toujours l'acide néceſſaire pour la formation du vinaigre, ſavoir celui du corps ſucré ou le tartareux. Car elles n'aigriſſent qu'à raiſon de la portion plus ou moins conſidérable du corps ſucré qui s'y trouve. Dans ce cas la fermentation dépouille aſſez cet acide de ſon air inflammable pour le faire paſſer tout de ſuite à l'état d'acide acéteux de la même manière que le font l'acide nitreux, l'acide vitriolique & la manganèſe, &c. &c. ſans qu'il ſoit néceſſaire que ce corps ſucré ait paſſé à la fermentation ſpiritueuſe.

La fermentation ſpiritueuſe & la fermentation acéteuſe produiſent donc à peu près le même effet que l'action du feu, lorſqu'on diſtille les ſubſtances végétales, & détruiſent en partie le travail de la végétation. Car les ſucs de la plante ſont d'abord purement aqueux. Ils deviennent enſuite acerbes & acides ; enfin, paſſent à l'état ſucré en ſe ſaturant d'air inflammable par l'effet de la maturité qu'on doit regarder comme une véritable fermentation, ainſi que tout le travail de la nature dans l'économie animale & végétale. Cette partie ſucrée eſt décompoſée par la fermentation ſpiritueuſe & acéteuſe. Elle perd ſon air inflam-

mable & reprend ſon premier caractère d'acidité. Mais cette acidité eſt beaucoup plus développée. Ces rapprochemens confirment de plus en plus tout ce que nous avons dit juſqu'ici ſur tous ces objets.

Cependant les Chimiſtes qui admettent la décompoſition de l'eau, voyant par-tout l'eau décompoſée, croyent auſſi qu'elle l'eſt dans la fermentation acéteuſe. Mais comme ils n'en apportent pas d'autres preuves que celles que nous avons vues en parlant de la fermentation ſpiritueuſe, & que ces preuves ſont abſolument inſuffiſantes : nous n'entrerons pas dans de plus grandes diſcuſſions à cet égard.



DE

DE LA FERMENTATION PANAIRE.

LA fermentation panaire offre les mêmes phénomènes que la fermentation vineuse. La farine est composée de deux parties principales. L'une est la substance amilacée, qui est un corps muqueux semblable aux autres, excepté qu'il est plus chargé de partie glutineuse & de partie extractive, ainsi que nous l'avons déjà dit ; & l'autre est la substance glutineuse. La farine ne peut passer à la fermentation vineuse que lorsqu'elle est un peu dépouillée de la partie glutineuse.

Mais elle peut subir une autre espèce de fermentation, qui est celle qu'on lui fait éprouver lorsqu'on en forme du pain. C'est pourquoi on l'a appelée *panaire*. Cette fermentation varie un peu dans les différentes espèces de farine, à raison des quantités différentes de substances amilacées & glutineuses qu'elles contiennent.

J'ai pris chez un Boulanger une livre de pâte de farine de froment qu'on venoit de pétrir, & dans l'instant où on alloit la mettre lever ou fermenter. J'ai mis le vase où elle étoit contenue sous une cloche reposant sur

l'eau. La maſſe s'eſt gonflée & échauffée. En même tems il y a eu dégagement d'air, mais une grande partie avoit déjà été abſorbée par l'eau. Car, lavé dans l'eau de chaux, il l'a précipitée abondamment. D'ailleurs, cet air étoit mêlé avec celui des vaiſſeaux. J'ai donc fait l'expérience d'une autre manière.

J'ai mis une livre de la même pâte dans une cornue aſſez petite pour que la pâte la remplît toute, & j'en ai plongé le col dans le bain de mercure ſous une cloche pleine de mercure. La pâte, en ſe gonflant, a paſſé en partie ſous la cloche, & il s'eſt dégagé 19 pouces d'air en 36 heures.

J'ai pris 2000 parties de celui qui eſt ſorti le dernier, & les ai agitées dans l'eau de chaux qui a été précipitée. Les 2000 parties ont été réduites à 0,020, 0,030; c'eſt-à-dire, que c'étoit de l'air acide très-pur.

En laiſſant continuer la fermentation, elle paſſe à l'aigre, comme l'on ſait. Je l'ai donc laiſſé fermenter encore pendant 72 heures ſans accès de l'air extérieur. Il ſe dégageoit toujours de l'air acide. La pâte avoit un goût très-aigre. Je l'ai délayée dans 16 onces d'eau diſtillée, & ai filtré à travers un linge d'abord, puis à travers le papier. Cette eau étoit médiocrement acide. Ceci confirme que la fermentation acé-

teuse peut s'opérer sans le secours de l'air pur.

Toutes les autres farines telles que celles de seigle, d'orge, de sarrasin, de pois, de fèves, de pommes de terre, &c. fermentent également. Mais contenant moins de parties glutineuses, elles donnent un pain différent. La fermentation de la farine de seigle tend plus vîte à l'aigre, & même le pain qu'on en fait a presque toujours un petit goût aigrelet. Ce pain est moins troué que celui de froment, &c.

Ces vuides, qui se trouvent dans le pain, sont dus à l'air qui se dégage. Ne pouvant se débarrasser qu'avec peine de cette matière visqueuse, il soulève la pâte. La dilatation que lui fait éprouver la chaleur du four augmente son volume, & la pâte ainsi boursoufflée se trouve saisie par la chaleur, & par conséquent trouée, comme l'est le pain. Ces vuides sont plus considérables dans le pain de froment, parce qu'il y a plus de matière glutineuse qui oppose une plus forte résistance au passage de l'air. Les Boulangers font le plus souvent une légère incision au milieu du pain pour favoriser l'issue de cet air qui se dilateroit trop.

Quoique la farine puisse fermenter seule, on a coutume de l'aider par un ferment ou levain, qui n'est autre chose qu'une partie déjà en

fermentation. La bonté du pain dépend beaucoup de ce ferment, de l'art de pétrir la pâte, de la beauté de la farine, &c.

La fermentation panaire, quoique se rapprochant jusqu'à un certain point de la fermentation vineuse, en diffère cependant, en ce qu'elle ne donne jamais de parties spiritueuses, & qu'elle tourne tout de suite à l'acide.

Cependant cette partie farineuse est capable de passer à la fermentation spiritueuse, comme dans la bierre. C'est donc la grande quantité de partie glutineuse qui ici s'y oppose.



DE LA FERMENTATION PUTRIDE VÉGÉTALE.

TOUTE matière organique se détruit par la putréfaction, les unes plus tôt, les autres plus tard. Mais il n'en est aucune qui échappe à cette voie de décomposition. Les bois les plus durs s'altèrent, & pourrissent sur-tout s'ils sont dans une atmosphère humide. Il n'y a peut-être que quelques parties osseuses de certains animaux, telle que l'ivoire, qui avec quelques précautions puissent éviter ce mouvement destructeur.

Si l'opération se fait avec une certaine rapidité, il s'en exhale des airs particuliers qu'on a examinés avec soin. On y a reconnu quelques différences suivant la nature des substances putréfiées.

J'ai mis une chicorée pourrir sous une cloche remplie d'eau & reposant sur l'eau. Il s'en est dégagé dans le commencement une assez grande quantité d'air qui précipitoit l'eau de chaux & éteignoit la bougie. Il contenoit par conséquent de l'air acide.

600 parties de cet air agitées dans l'eau de chaux ont été réduites à 1,65. Le résidu étoit

un air inflammable qui a brûlé avec une flamme bleue.

J'en ai mêlé 200 parties avec 100 parties d'air pur, dans l'eudiomètre de Volta. Mais je n'ai pu les enflammer avec l'étincelle électrique.

Une mesure & une d'air nitreux ont donné un résidu de 1,57.

Cet air étoit donc un mêlange d'air acide, d'air inflammable, d'air pur & d'air impur. Il n'est pas facile d'en calculer les quantités, parce que la fermentation putride se faisant lentement, la plus grande partie de l'air acide est absorbée, & il doit y en avoir aussi beaucoup des autres, car l'eau les absorbe tous.

L'air inflammable se trouve abondamment dans les endroits où il pourrit beaucoup de végétaux. Les mares, par exemple, en fournissent une grande quantité. Il est connu sous le nom d'*air inflammable des marais*. Lorsqu'on l'a bien lavé dans l'eau de chaux, il détone avec force. Mais on le recueille plus difficilement dans les opérations en petit, parce qu'il se décompose, & passe à l'état d'air impur. C'est sans doute pourquoi je n'ai pu faire détoner dans l'eudiomètre celui qui s'est dégagé de la chicorée.

Ces différens airs, savoir, l'air acide, l'air pur, l'air inflammable & l'air impur ne consti-

tuent pas uniquement l'air putride végétal. Ils sont mêlés avec une partie des principes de la plante qui se décomposent. L'huile & l'acide sont entièrement dénaturés par la putréfaction. Ce sont eux qui donnent ces volumes immenses d'air. Mais leur décomposition n'est néanmoins pas entière. Il s'en volatilise toujours quelques portions, qui ne sont point ou peu altérées. Ce sont elles qui influent sur ces airs.

Les végétaux donnent les mêmes airs à la distillation, on en retire de l'air inflammable, de l'air acide, de l'air pur & de l'air impur. Mais l'air inflammable s'y trouve en beaucoup plus grande quantité, parce qu'il n'a pu être décomposé par l'air pur pour passer à l'état d'air impur. Aussi celui-ci qui est très-abondant dans la putréfaction, ne s'obtient-il qu'en petite quantité de la distillation.

Dans la fermentation vineuse, on n'obtient point d'air inflammable. C'est qu'à mesure qu'il se dégage, la plus grande partie se combine pour former la substance spiritueuse ou l'esprit-de-vin, & l'autre portion est dénaturée & passe à l'état d'air impur.

Les plantes, dites animales, qui fournissent de l'alkali volatil à la distillation, telles que les crucifères, les cepacées, &c. donnent encore

un air particulier en se pourissant. C'est un air très-fétide, & qui a l'odeur hépatique. Il est très-sensible dans les choux pourris, par exemple. Toutes ces plantes contiennent du soufre, comme l'a démontré M. Deyeux dans le raifort & la patience. Elles donnent aussi de l'alkali volatil, qui, dans cette opération, se change en air alkalin ou ammoniacal. Cet air se combine avec le soufre, & forme un air sulfureux ammoniacal inflammable très-fétide, très-volatil & très-pénétrant, à peu près comme l'est la liqueur fumante de Boile, ou l'air ammoniacal inflammable sulfureux.

Lorsque tous ces airs se sont dégagés des végétaux putréfiés, il ne reste plus qu'une matière terreuse presque entièrement insipide. Cette terre est de la nature des terres calcaires contenant une portion de magnésie, & se trouve le plus souvent colorée en un rouge d'ocre par les parties ferrugineuses qui sont dans la plante. Si la putréfaction s'est opérée dans l'eau, ou en grande masse, l'air inflammable seul, ou réuni à l'air hépatique lorsqu'il y en a, révivifiera une partie de ce fer & le fera passer à l'état d'éthiops noirâtre, & attirable à l'aimant. C'est pourquoi tous les bois, toutes les plantes qui se pourrissent en grande eau, ou amoncelées, donnent un résidu noirâtre :

tandis que si la putréfaction se fait avec le contact de l'air, le fer passe à l'état d'ocre, devient rougeâtre, & donne la même couleur aux produits de la décomposition du végétal.

Il paroît que cet éthiops peut en certaines circonstances cristalliser en octaèdre. Au moins est-ce à cette cause que je crois devoir attribuer ces cristaux de fer octaèdres qu'on trouve si souvent dans les schistes & ailleurs. Ils sont attirables, en partie insolubles dans les acides comme l'éthiops, &c. L'eau, qui attaque le fer lorsqu'il est à l'état métallique, peut peut-être aussi produire de ces mêmes cristaux.

Tous les sels contenus dans la plante se décomposent également par le mouvement de la fermentation. Le tartre vitriolé ou vitriol de potasse, le nitre, le sel marin, les alkalis fixes, &c. si abondans dans certaines plantes, l'acide phosphorique de la partie glutineuse, &c. ne se retrouvent plus dans le résidu de leur putréfaction. Il pourra paroître surprenant que ces sels qui paroissent si fixes dans nos plus grands feux, soient néanmoins décomposés par des moyens en apparence bien plus foibles. Nous savions déjà que l'alkali fixe pouvoit s'invertir en alkali volatil, & se dissiper sous cette forme. M. Parmentier a confirmé cette décomposition

des sels qui paroissent les plus fixes par l'expérience suivante.

Il a fait dissoudre deux livres de sel marin dans une certaine quantité d'eau, où il avoit mis à putréfier une certaine quantité de poissons de mer, tels que la raye, la limande, &c. il eut pendant long-tems une odeur insupportable, & fut obligé d'ajouter de l'eau. Toute l'odeur étant dissipée, & la putréfaction finie, il examina sa liqueur, dans laquelle il n'y avoit plus qu'une once de sel marin sans alkali à nud. Par conséquent 31 onces de sel marin avoient été parfaitement décomposées; soit l'acide, soit l'alkali. La même chose a lieu dans la putréfaction des végétaux. La plupart de leurs sels s'y décomposent également.

Il y a une observation essentielle à faire dans la putréfaction des matières végétales. C'est qu'il ne s'en dégage point d'alkali volatil ou ammoniacal, excepté dans celle des plantes crucifères. Nous avons vu le même phénomène dans leur distillation. Il paroîtroit néanmoins que la partie glutineuse en devroit fournir. Mais ici comme par le feu, les principes qui donnent l'alkali volatil, sont décomposés par les autres substances avec lesquelles ils se trouvent mêlés.

⁂

DE LA FERMENTATION PUTRIDE ANIMALE.

Les animaux, en se putréfiant, donnent aussi des airs particuliers. Mais l'air putride animal a une odeur bien plus fétide que celui des végétaux. Les matières animales sont plus élaborées & ne contiennent presque point d'acide. Elles ne donnent au contraire que de l'alkali volatil qui est changé en air alkalin ou ammoniacal par la putréfaction. C'est lui principalement qui rend si pénétrant l'air putride animal.

Cet air variera aussi suivant les animaux. Les frugivores putréfiés ne donnent pas des airs aussi fétides que les carnivores. Quelques espèces, comme les serpens, les vipères, répandent en se putréfiant une odeur affreuse. Les rats en donnent aussi une très-désagréable.

Tous ces airs n'ont pas encore été examinés avec assez de soin. On y retrouve l'air acide, l'air impur, l'air pur, l'air inflammable, l'air alkalin ou ammoniacal, & l'air inflammable sulfureux.

J'ai mis des morceaux de chair de bœuf sous des cloches, & les ai laissé putréfier. Il y a eu dans le commencement absorption d'air.

L'eau de chaux introduite dans la cloche a été précipitée, & a abſorbé une grande partie de l'air. Le réſidu a éteint une bougie. Sous une autre cloche je laiſſai faire plus de progrès à la putréfaction. Il y eut pour lors dégagement d'air. Je lavai cet air dans l'eau de chaux qui fut précipitée, & le reſtant fut inflammable. Il faut obſerver que lorſqu'on veut avoir cet air bien inflammable, il faut laiſſer très-peu d'air commun dans la cloche, ou même point, parce que l'air inflammable eſt décompoſé par l'air commun & changé en air impur. Dans les foſſes d'aiſance, cet air inflammable s'enflamme ſouvent avec grande exploſion, lorſqu'on en approche des lumières. La même choſe a lieu dans tous les endroits où il y a beaucoup de matières animales putréfiées.

Lorſque cette putréfaction ſe fait ſur l'eau, celle-ci contracte dans les derniers tems une odeur très-fétide. Cette odeur eſt due à de l'air alkalin ou ammoniacal qui ſe dégage & ſe diſſout dans l'eau. L'odeur en eſt trop vive & trop pénétrante pour qu'on puiſſe la méconnoître.

Enfin, on retrouve encore l'air inflammable ſulfureux dans l'air putride animal. C'eſt un phénomène aſſez ſingulier que l'exiſtence de cet air dans toutes ces matières. Nous l'avons

déjà vu dans l'air putride des plantes crucifères. On en obtient également dans la distillation de la suie, dans celle du blanc d'œufs, du fromage, &c. mais il est encore plus manifeste dans les fosses d'aisance.

L'eau verdâtre qui surnage la matière solide de la fosse d'aisance, ne paroît qu'une combinaison de soufre avec la terre calcaire. La combinaison du soufre avec la chaux vive, exposée à l'air, devient également verdâtre, & donne la même odeur. Dans les dernières périodes des maladies putrides, les déjections des malades sont également verdâtres & exhalent une odeur d'air inflammable sulfureux de la plus grande fétidité.

Cette combinaison est produite ici comme dans les plantes crucifères. Le soufre existe dans les matières animales comme dans ces plantes. M. le duc de la Rochefoucaud a vu du soufre dans du crotin de cheval qui venoit d'être rendu. Enfin, il s'en forme par-tout où s'exhalent des airs de matières animales en putréfaction. Dans tous les lieux où on amoncèle des immondices, sur-tout des débris de matières animales, on y retrouve du soufre, tel est celui qu'on a trouvé à Paris à la Porte Saint-Antoine, en démolissant un endroit qui avoit été un dépôt d'immondices. Dans les

fosses d'aisances, il s'en produit aussi par les mêmes procédés. MM. Parmentier, Laborie & Cadet en ont trouvé de sublimé à la clef d'une fosse d'aisance. Ils ont vu dans une autre fosse d'aisance à Compiègne, une assiette de vermeil minéralisée par le soufre, &c.

L'air ammoniacal, ou l'alkali ammoniacal, s'unit avec ce soufre, & il se dégage de cette combinaison un air inflammable sulfureux ammoniacal. La chaux employée à la construction de la fosse pourroit peut-être encore y contribuer. Sans doute dans toutes les maladies putrides & malignes, où toutes les humeurs tendent à la putréfaction, il se forme une plus grande quantité de soufre & d'alkali volatil, ce qui développe dans les déjections cette odeur d'air inflammable sulfureux ammoniacal si fétide.

L'air putride animal est donc composé, 1°. d'air acide, 2°. d'air pur, 3°. d'air impur, 4°. d'air inflammable, 5°. d'air ammoniacal, 6°. d'air inflammable sulfureux ammoniacal. Ces trois dernières espèces d'air sont inflammables, ce qui en fournit cette grande quantité dans celui des fosses d'aisance.

Toutes ces différentes espèces d'air, contenues dans l'air putride animal, ne sont pas pures ; ils y sont mêlés comme l'air putride végétal avec une partie des autres principes

des ſubſtances animales. Ce ſera ſur-tout avec des parties huileuſes, parce qu'il n'exiſte preſque point d'acide dans l'animal. Celui des gelées animales ne paroît qu'un inſtant, & fait auſſi-tôt place à l'alkali ammoniacal. Il n'y auroit donc que l'acide phoſphorique qu'on pourroit y ſoupçonner. Peut-être quelquefois s'y trouve-t-il à l'état aériforme. Les alkalis ammoniacaux, que l'art obtient par la diſtillation des matières animales, ſont toujours ſalis par une portion huileuſe, dont il eſt très-difficile de les débarraſſer. C'eſt ce qui différencie les alkalis ammoniacaux, obtenus des différentes parties des animaux; car ils paroiſſent tous ſe reſſembler lorſqu'ils ſont parfaitement purs.

L'air putride végétal eſt auſſi altéré par des portions huileuſes. Ce ſeront ces huiles volatiliſées qui produiront les différences étonnantes qui exiſtent dans les airs putrides animal & végétal. Ils ont la plus grande influence ſur l'économie animale, & conſtituent les différens miaſmes que la Médecine reconnoît pour cauſes des maladies contagieuſes. C'eſt à ſaiſir ces nuances légères, qu'eſt attachée ſa perfection.

Ce ſont auſſi des eſprits recteurs, des huiles eſſentielles combinées avec des portions d'air, qui conſtituent l'atmoſphère de certaines plantes

ſi actives, telles que les plantes narcotiques, le mancenillier, l'upo, &c.

Les airs étant dégagés de la ſubſtance animale putréfiée, il ne reſte plus qu'une matière terreuſe & pulvérulente. C'eſt une vraie terre calcaire, dont une partie eſt ſaturée par l'acide phoſphorique. Elle eſt enſuite colorée par des parties ferrugineuſes, dont quelques unes ſont à l'état de ſidérite ou combinées avec l'acide phoſphorique.

Dans les premiers momens de la putréfaction, cette couleur eſt noirâtre. De la chair deſſéchée eſt noire. Les excrémens des animaux d'abord jaunâtres ou verdâtres deviennent noirs dans les premiers inſtans qu'ils ſont expoſés à l'air. Cette couleur noire eſt due aux différens airs inflammables qui ſe dégagent de ces matières, & qui colorent le fer en noir. Mais ces airs inflammables ſe diſſipant, l'eau chargée d'air attaque le fer, & le change en ocre. La couleur noire diſparoît donc pour faire place à une couleur ocreuſe, comme dans les débris de la décompoſition des végétaux. Si ces matières ſont amoncelées de manière que les airs inflammables ne puiſſent pas tous ſe diſſiper, la couleur noire perſiſte. C'eſt ce qu'on a obſervé dans la partie inférieure des foſſes d'aiſance, dans les cloaques, &c.

La

La fermentation putride décompose donc tous les produits des substances organisées, & ne laisse qu'une terre presque insipide chargée de parties métalliques, sur-tout de parties ferrugineuses. Encore dans cette opération, le fer lui-même doit-il être dépouillé d'une partie de son air inflammable. Les autres parties constituantes, telles que le corps muqueux, les parties extractives, les résines, les huiles inessentielles & essentielles, les acides, les alkalis, les sels neutres, &c. sont décomposés, & de leur décomposition sont formées les différentes espèces d'air que nous venons d'examiner.

Mais la partie glutineuse qui est presque insoluble, n'échappe pas au mouvement destructeur de la putridité. Elle est attaquée par les alkalis. Or il y a toujours des alkalis, soit fixes, soit ammoniacaux, dégagés dans toute putréfaction. Ce seront donc eux qui la dissoudront, d'où naîtra cette sanie putride que présentent toutes ces substances. L'acide phosphorique lui-même n'échappe pas à ce mouvement destructeur.

L'art par la distillation produit les mêmes effets & dégage des substances végétales & animales les airs que nous a donnés la putréfaction. Si on distille une plante ou une substance animale, on obtient de l'huile, des acides,

des alkalis & des airs. Qu'on ſoumette à une nouvelle diſtillation ces acides, ces huiles, ces alkalis, on finira par les décompoſer, & on n'obtiendra que les mêmes eſpèces d'air, ſavoir, l'air acide, l'air inflammable, l'air pur & l'air impur, avec de l'eau & une terre chargée de parties métalliques & d'acide phoſphorique. Tels ſont en dernière analyſe les principes des animaux & des végétaux.

On ne ſauroit donc douter que tous les airs qu'on obtient par la putréfaction, ne ſoient dus à la décompoſition des ſubſtances putréfiées.

Cependant, lorſque la putréfaction ſe fait dans l'air pur, elle l'altère & le change en d'autres airs. Les airs inflammables qui ſe dégagent s'uniſſent à l'air pur & l'invertiſſent en air impur, comme nous l'avons vu tant de fois. Le principe de la chaleur qui exiſte toujours dans toute ſubſtance qui ſe putréfie, ſe combine auſſi avec le même air pur & le change en air acide.

J'ai mis un morceau de chair de bœuf, qui avoit déjà un commencement de putréfaction, ſous une cloche pleine d'air pur. L'air a bientôt été diminué. L'eau de chaux introduite dans la cloche a été précipitée, & le reſtant étoit moins pur que l'air commun. L'air pur a donc été changé partie en air acide, partie en air impur.

J'ai également mis ſous une cloche pleine d'air pur & repoſant ſur le mercure, une chicorée preſque toute pourrie. Il y a eu une prompte abſorption d'air. L'eau de chaux introduite dans la cloche a été précipitée. Le réſidu étoit moins pur que l'air commun. Car une meſure & trois d'air nitreux ont donné 1,14. L'air pur a par conſéquent été abſorbé & gâté, ſoit par l'air inflammable qui ſe dégage, ſoit par le principe de la chaleur.

On doit conclure de ces expériences que l'air atmoſphérique eſt ſans ceſſe altéré par la putréfaction de toute matière organique. La portion d'air pur qu'il contient eſt décompoſée & changée en air acide & en air impur.

L'air n'eſt pas néanmoins néceſſaire à la fermentation putride. J'ai mis des matières végétales & animales ſous des cloches pleines d'eau ou de mercure; elles ne ſe ſont pas moins putréfiées, & il s'en eſt dégagé beaucoup d'air.

Mais l'eau y eſt abſolument utile. Car lorſque ces matières ſont parfaitement deſſéchées, elles ne ſe corrompent pas, ou au moins très-lentement. Les anciens habitans de l'Amérique faiſoient boucaner les chairs, c'eſt-à-dire, deſſécher au feu ou au ſoleil pour les conſerver. Les hommes ou les animaux qui périſſent dans les ſables brûlans de l'Afrique, ſe deſſè-

chent de même & se conservent long-tems.

Enfin, la fermentation putride ne peut pas plus s'établir sans chaleur que la fermentation spiritueuse & l'acéteuse, & c'est une suite de ce que nous venons de dire que l'eau y est nécessaire. Car si le froid est assez considérable pour la tenir à l'état de glace, il n'y a plus de putridité. Mais il ne faut pas autant de chaleur que dans les autres fermentations. Il suffit que les liqueurs des substances animales ou végétales ne soient point congelées.

Il y a encore d'autres causes qui s'opposent à la putréfaction, tels sont les baumes, les résines, &c. dans les embaumemens; les sels, sur-tout le sel marin & le nitre dans les viandes salées; enfin, on peut conserver les chairs, les fruits dans les liqueurs spiritueuses. Comment ces substances agissent-elles pour produire ces effets? Il paroît que c'est en pénétrant ces matières. Elles s'interposent entre leurs parties, qui dès-lors ne peuvent réagir les unes sur les autres. Elles ne sauroient par conséquent se décomposer.

Les matières animales & végétales subissent encore une autre espèce de fermentation bien singulière. Des végétaux mêlés avec de l'huile, tels que des plantes cuites dans l'huile, des toiles, des peaux, également imbibés d'huile,

s'échauffent au point de s'enflammer & de prendre feu. C'eſt à cette cauſe qu'on a cru devoir attribuer l'inflammation ſpontanée de certains magaſins dans des arſenaux & ailleurs. M. Carrete a auſſi obſervé qu'ayant fait cuire différentes plantes, telles que le millepertuis ou *hipericum*, &c. dans l'huile, & les ayant laiſſées un peu expoſées à l'air, elles s'enflammèrent ſeules. Dans la préparation des peaux, il y a une dernière opération, où après les avoir frottées d'huile, on les entaſſe ; ſi on les laiſſe un peu trop de tems, il s'excite une vive chaleur qui les noircit & les brûle. Enfin, on aſſure que du foin entaſſé avant que d'être bien ſec, s'échauffe au point de prendre feu. Dans tous ces cas la fermentation eſt ſi active, la matière de la chaleur ſe dégage avec tant de force, qu'elle devient capable de produire l'inflammation. Ces matières ſont réduites d'abord en eſpèces de charbon ou de pyrophore qui prend feu à la manière de ceux-ci, comme nous le verrons ailleurs. Car je penſe que dans ces inflammations les matières végétales ou animales ont été réduites auparavant en véritable pyrophore, par la chaleur qu'a produite la fermentation.

En général, la chaleur eſt toujours aſſez conſidérable dans les grandes maſſes de matières

animales & végétales, qui se putréfient comme dans les fumiers. L'air y a peu de part, puisque la chaleur est sur-tout dans le centre de la masse, où il ne peut avoir qu'un accès très-difficile. Cette chaleur est donc due principalement à la réaction des différentes substances salines & huileuses qui agissent les unes sur les autres; ainsi que je l'ai dit plus haut.

Tous les phénomènes de la fermentation putride végétale sont donc les mêmes que ceux de la fermentation putride animale. La plus grande différence qu'il y ait est que cette dernière donne de l'alkali ammoniacal, & l'autre n'en donne point. La même chose a lieu dans leur distillation. Nous tâcherons d'en assigner la cause ailleurs.



DE LA COMBUSTION.

DANS l'état où ſont nos connoiſſances, rien ne peut jeter plus de jour ſur les plus grandes queſtions de la Chimie, que ce qui ſe paſſe dans la combuſtion des différens corps; & je ne crains point d'avancer que lorſque l'expérience nous en aura bien fait voir tous les phénomènes, les queſtions qui partagent aujourd'hui les Chimiſtes, ſe trouveront réſolues d'elles-mêmes.

La combuſtion eſt une double opération de la nature dans laquelle elle détruit le corps qui brûle pour le changer en de nouveaux principes. Mais en même tems il y a une grande abſorption d'air. Boyle eſt un des premiers qui aient vu que les corps en brûlant, tels que le ſoufre, faiſoient éprouver une grande diminution à l'air. Hales obſerva le même phénomène, & le conſtata par des expériences déciſives. Il fit brûler du ſoufre, du phoſphore ſous des cloches, & il vit qu'il y avoit beaucoup d'air abſorbé, & augmentation de poids dans les réſidus. Mais quoique cet habile Phyſicien eût apperçu beaucoup d'eſpèces différentes d'air, il ne les avoit point aſſez

distinguées. Ainsi, il ne pouvoit voir tout ce qui se passoit dans ces opérations.

La combustion produit des effets si surprenans sur l'air, qu'on ne sauroit traiter de celui-ci sans parler de celle-là. Nous avons déjà vu que les corps ne peuvent brûler qu'un certain tems dans l'air commun. Ils s'y éteignent, & il y a absorption d'air. Ils brûlent plus long-tems dans l'air pur, & néanmoins finissent par s'y éteindre. L'absorption est beaucoup plus considérable, & la plus grande partie de l'air pur a disparu. D'où on a conclu avec raison qu'il n'y a que la portion d'air pur contenu dans l'atmosphère qui entretienne la combustion. Mais comme il y a quelques différences dans la combustion des diverses substances, nous allons en parler séparément.

Une bougie qu'on tient allumée sous une cloche pleine d'air atmosphérique ou d'air pur, s'éteint après un certain tems. Il y a diminution d'air; presque tout l'air pur a disparu, & on ne trouve plus dans la cloche que de l'air acide qui précipite l'eau de chaux, & de l'air impur, mêlés encore d'une petite portion d'air pur qui a échappé à la combustion. L'huile, le bois, le charbon, &c. présentent toujours à peu près les mêmes résultats dans leur combustion.

Lorſqu'on fait détoner le nitre avec les matières qui contiennent de l'air inflammable, telles que le charbon, les huiles, les métaux, &c. il y a également abſorption de l'air pur. On trouve pour réſidu un alkali & une eau aérés, avec une petite quantité d'air impur. Ici l'air pur du nitre a donc été également changé en air acide & en air impur. Les huiles, le charbon, ont pu fournir de ces airs. Mais la plus grande partie a été produite.

La combuſtion de l'air inflammable avec l'air pur, préſente encore les mêmes phénomènes. On les a brûlés dans des vaiſſeaux fermés, & on a eu pour réſidu beaucoup d'eau, de l'air acide, de l'air impur, & il y a eu une perte plus ou moins conſidérable. Cette expérience n'a pas toujours donné les mêmes réſultats. Nous en parlerons ailleurs.

Cette combuſtion de l'air inflammable avec l'air pur nous éclaire ſur ce qui ſe paſſe dans celle des autres corps; car je penſe qu'il n'y a que l'air inflammable qui puiſſe brûler & donner de la flamme. Ce ſera donc l'air inflammable des ſubſtances métalliques qui les fera brûler, & leurs chaux demeureront chargées des différens produits de cette combuſtion. Les matières végétales & animales ne brûlent également que par l'air inflammable

de leurs huiles & de leurs acides. La plus grande partie de ces huiles & de ces acides, eſt décompoſée en différentes eſpèces d'air, en charbon, en terre. La fumée contient beaucoup de ces airs, de l'eau & une partie d'huile, d'acide, &c. qui ont échappé à la combuſtion, & vont former la ſuie.

L'eau paroît auſſi contribuer à la combuſtion. Ce n'eſt pas par elle-même. Mais étant réduite en vapeurs, elle établit des courans qui apportent l'air pur de l'atmoſphère dans le foyer de l'incendie. La portion d'air pur qu'elle contient y contribue également. C'eſt de cette manière que les trombes ou les chûtes d'eau bien ménagées, opèrent les effets des ſoufflets dans les forges & ailleurs. Ce n'eſt point l'eau elle-même qui attiſe le feu, & il eſt facile de le prouver par l'expérience.

J'ai dirigé le jet de l'éolipyle ſur une bougie allumée; la flamme a paru pendant quelques inſtans plus vive, mais a bientôt fini par s'éteindre comme lorſqu'on y ſouffle un air très-humide. Ce n'eſt donc point le jet de l'eau qui augmente la flamme, ce ne ſont que les courans qu'il fait naître. La portion d'air pur qu'elle contient & qui ſe dégage dans les premiers momens de l'effet de l'éolipyle, a auſſi contribué à la vivacité de la flamme.

Effectivement, j'ai dirigé le jet de l'éolipyle, médiocrement chauffé, sur un papier qui a été mouillé en trois minutes. Il faut avouer cependant que, lorsque l'éolipyle est chauffé fortement, la vapeur étant presque à l'état d'incandescence ne dépose pas si promptement son humidité, & pour lors j'ai observé que le papier exposé très-près de l'ouverture de l'éolipyle n'est pas mouillé, ni la bougie éteinte, à moins que ce ne soit par la force du courant. Mais il n'en est pas moins vrai que ce n'est pas l'eau comme eau qui contribue à la vivacité de la flamme.

Cependant l'eau qui se trouve toujours unie & peut-être comme partie constituante dans l'air inflammable & l'air pur, doit nécessairement sous ce rapport modifier la flamme. Mais elle ne sauroit la produire, comme nous le verrons bientôt.

Les huiles, les acides, l'air acide, l'air impur & les autres substances, qui sont dans les corps combustibles, influeront aussi sur la combustion de l'air inflammable & de l'air pur. Lorsque l'air inflammable est mêlé avec l'air acide ou l'air impur, & qu'il y a peu d'air pur, il ne donne qu'une flamme bleue & brûle sans détoner. Mais s'il est dépouillé d'air acide & d'air impur, & qu'il contienne un tiers d'air

pur, il détonne avec grand éclat, & sa flamme est blanche.

Dans la combustion des différens corps, la flamme prend toutes sortes de couleurs. Elle est blanche & éclatante dans la combustion du phosphore, éclatante & d'un blanc tirant sur le bleu dans la combustion du zinc, dans celle du fer elle tire plus sur le rouge, elle est verte dans celle du cuivre, bleue dans la combustion du soufre, de l'esprit-de-vin, &c. Lorsqu'on observe la mèche d'une bougie allumée, on voit que la flamme est bleue à la partie inférieure, puis rouge en montant, & enfin devient blanche dans le grand foyer de l'incendie. La même chose a lieu dans les grands feux. La flamme est rouge en lechant le bois, & finit par être blanche, comme celle de l'air inflammable qui brûle avec beaucoup d'air pur.

Toutes ces différentes couleurs de la flamme ne sont donc que des modifications que ces substances étrangères, savoir, l'eau, les huiles, les acides réduits en vapeurs, les chaux métalliques, &c. &c. font éprouver à l'air inflammable. Il ne feroit pas facile d'en donner une théorie satisfaisante. On peut seulement dire en général que tous les corps de la nature présentent le même phénomène. Ils éprouvent

dans leur mêlange des modifications particulières qui les font paroître avec des caractères nouveaux. La flamme sera donc également modifiée par ces mêlanges, & elle ne paroît acquérir la couleur blanche que dans sa plus grande activité. La couleur blanche paroît être le *maximum* de la flamme & de la chaleur. Un corps qu'on échauffe commence à rougir & devient blanc dans le moment de sa plus grande incandescence.

La combustion n'a lieu ordinairement que dans l'air pur. Si quelques substances comme le nitre, brûlent sans communiquer avec l'air extérieur, c'est qu'elles contiennent une grande quantité d'air pur.

Cependant il est des circonstances où la combustion paroît s'opérer sans air pur. M. d'Arcet est parvenu à brûler entièrement le diamant dans des vaisseaux de porcelaine fermés hermétiquement, & toute la substance du diamant a totalement disparu. Elle s'est donc fait jour à travers cette pâte de porcelaine, quelque dense qu'elle soit. Il n'est pas douteux que la plupart des substances combustibles traitées à ce feu extrême dans des vaisseaux fermés ne fussent plus ou moins consumées. Le charbon lui-même tenu long-tems à un grand feu dans des vaisseaux fermés, éprouve toujours une

diminution, ce qui annonce qu'il y a eu combuſtion. Dans ces grands corps de feu, tous les pores des vaiſſeaux ſont ouverts, & l'air pur y eſt porté avec le principe de la chaleur.

Enfin nous verrons que les ſubſtances métalliques ſont brûlées & calcinées jusqu'à un certain point dans l'air acide, l'air impur, &c.

La combuſtion nous préſente donc encore une altération de l'air pur. Il entre dans les nouveaux produits. Mais ſouvent une partie eſt changée en air acide, une autre en air impur. Ce dernier eſt produit par le mêlange de l'air inflammable & de l'air pur ; & l'air acide paroît ici formé comme ailleurs par la combinaiſon de l'air pur & du principe de la chaleur.

Nous venons d'expoſer pluſieurs phénomènes de la combuſtion. Mais il nous reſte à rechercher quelle en eſt la cauſe. On avoit toujours cru juſqu'à ces derniers tems que les corps combuſtibles ne brûloient que parce qu'ils contenoient une grande quantité de feu qui ſe dégageoit dans l'acte de la combuſtion. Mais on ne ſavoit point la manière dont le feu ſe dégageoit, & on ignoroit que l'air pur y étoit abſolument néceſſaire, de ſorte que nul corps ne ſauroit brûler ſans le concours de l'air pur, excepté les cas dont nous venons de parler.

M. Crawford ayant prouvé par des expériences très-ingénieuſes, que l'air pur eſt le corps de la nature qui contient le plus de chaleur, au moins de tous ceux qu'il a eſſayés, en a conclu que le feu qui ſe dégage dans la combuſtion des corps, vient de cet air pur & non du corps combuſtible. En ſorte qu'on peut dire dans ce ſentiment que ce n'eſt point le corps combuſtible qui brûle. C'eſt l'air pur. Le corps combuſtible n'y influe qu'autant qu'il ſe combine avec l'air pur, lequel perdant ſon état aériforme, abandonne la grande quantité de chaleur qu'il contient, & cette chaleur en ſe dégageant, produit la chaleur & la flamme.

J'ai déjà fait voir ailleurs que ce ſentiment me paroît ne pouvoir pas ſe ſoutenir. Nous avons vu & nous verrons l'air pur ſe combiner dans un grand nombre de circonſtances ſans qu'il y ait de la flamme. Par exemple dans le mêlange de l'air pur & de l'air nitreux, l'abſorption eſt auſſi ſubite que dans la combuſtion de l'air pur & de l'air inflammable. Il y a un aſſez grand degré de chaleur, mais il n'y a point de flamme. Le charbon éteint dans le mercure abſorbe auſſi l'air pur avec beaucoup de rapidité, ainſi que la manganèſe, les combinaiſons du ſoufre avec les chaux, les alkalis, &c. & dans tous ces cas il n'y a point de

flamme. Je pense donc qu'il ne peut y avoir de la flamme, que lorsqu'il se trouve de l'air inflammable tenu dans un certain degré d'expansion par la chaleur. L'air inflammable, comme je l'ai dit ailleurs, contient une beaucoup plus grande quantité de matière du feu que l'air pur, comme le prouve sa légèreté, &c. C'est cette matière du feu qui en se dégageant par le concours de l'air pur, produit la flamme. Il se peut que la portion de chaleur que contient l'air pur, y contribue également. Il s'ensuit de-là que, suivant moi, tous les corps combustibles doivent contenir de l'air inflammable.

Les phénomènes que présente l'électricité, confirment mon sentiment & feroient inexplicables dans celui de M. Crawford. On peut tirer l'étincelle électrique dans toutes les espèces d'air, l'air inflammable, l'air nitreux, l'air acide & l'air impur. Elle donne de la flamme & brûle comme dans l'air pur; & même dans un vuide presque parfait, elle donne une lumière très-brillante. Cette flamme est donc indépendante de l'air pur, à moins qu'on ne soutienne que le fluide électrique est une combinaison d'air pur & d'air inflammable, ce qui s'accorderoit assez avec les phénomènes qu'il présente. Mais il faudra pour lors convenir

que

que ces fluides peuvent traverſer les vaiſſeaux, comme je l'ai répété ſi ſouvent.

Il n'y a donc point de flamme ſans air inflammable, & tous les corps qui brûlent avec flamme, contiennent de cet air. C'eſt ce que j'ai tâché d'établir juſqu'ici, & que je prouverai dans la ſuite de cet Ouvrage.

On n'a pu répondre à ceci qu'en ſuppoſant que tous les corps combuſtibles, tels que le ſoufre, le phoſphore, les métaux, le charbon, &c. ſont des êtres ſimples. Mais je prouverai que cette hypothèſe eſt inſoutenable. Or, ſi ces corps ſont compoſés, il eſt donc très-vraiſemblable qu'ils contiennent tous un ſeul & même principe inflammable.

Mais il ne faut pas le même degré de chaleur pour enflammer les différens corps; quoique dans ces opérations la maſſe y faſſe beaucoup. Un brin de limaille d'acier brûle à la flamme d'une bougie, tandis qu'un barreau, ſeulement d'une ligne de diamètre, exige le plus grand feu. Mais en ſuppoſant des maſſes égales :

Le diamant ne brûle qu'à une extrême chaleur.

Les ſubſtances métalliques exigent auſſi un aſſez grand coup de feu; mais les unes plus, les autres moins.

Les bitumes & les huiles eſſentielles en demandent un peu moins pour s'enflammer.

Les huiles eſſentielles brûlent encore avec plus de facilité.

L'eſprit-de-vin & l'éther s'enflamment à un très-léger degré de chaleur.

Enfin, le phoſphore & le pyrophore brûlent à l'air libre, quelle que ſoit la température de l'atmoſphère.

Le principe de la chaleur & l'air inflammable ſont plus ou moins engagés dans ces différentes baſes. Dans le pyrophore, il jouit preſque de toute ſa liberté. Il ne lui faut que le contact de l'air pur, & dès qu'il le rencontre il s'y unit auſſi-tôt. Le principe de l'inflammabilité tient auſſi très-peu dans le phoſphore, dans les éthers, &c. tandis que dans les métaux, dans le diamant, il eſt enchaîné de la manière la plus fixe, & il ne peut ſe dégager que par les plus grands efforts.

J'ai voulu ſavoir à quel degré de chaleur le phoſphore s'enflammoit. J'ai mis dans une petite capſule un morceau de phoſphore, & à côté un thermomètre à boule découverte, & j'ai placé le tout à un bain de ſable; le phoſphore a commencé à fondre & s'eſt enflammé, le thermomètre marquant 22°. Mais le phoſphore brûle d'une flamme tranquille dès qu'il

eſt expoſé à l'air, quelle que ſoit la température extérieure. J'en ai ainſi fait brûler, le thermomètre étant 9° au-deſſous de zéro. Enfin, le phoſphore qui a éprouvé un commencement de combuſtion, comme dans la préparation des *briquets phyſiques*, brûle avec une grande flamme dès qu'il a le contact de l'air.

J'ai auſſi cherché à déterminer le degré de chaleur néceſſaire pour faire prendre feu au pyrophore ordinaire. Mais cela dépend beaucoup de ſa bonté. Lorſqu'il eſt bien fait, le degré de chaleur extérieure paroît indifférent. Je l'ai enflammé, le thermomètre étant plus bas que le degré de congélation.

La théorie des pyrophores eſt encore très-obſcure. Celui qui eſt connu le plus anciennement ſe fait en mêlant trois parties d'alun & une de ſucre, qu'on fait deſſécher dans une poële de fer juſqu'à ce qu'elles ſoient réduites en charbon. On les met dans un matras & on les chauffe avec aſſez de force. Cette matière, expoſée à l'air, prend feu d'elle-même. Ce pyrophore fut découvert par Homberg, qui l'obtint la première fois d'un mélange d'alun & de matière fécale. On avoit cru d'abord que l'acide vitriolique étoit néceſſaire à cette inflammation. On ſuppoſoit qu'il étoit dans un grand état de concentration, qu'il attiroit pour

lors avec force l'humidité de l'air, & que le mouvement qui étoit produit étoit capable d'enflammer la maſſe. Quant à la matière charbonneuſe, il eſt indifférent d'où on la retire; le ſucre, l'amidon, les farines, les gommes, les matières animales, &c. ſont également bonnes.

Mais il eſt prouvé aujourd'hui que l'acide vitriolique n'eſt nullement néceſſaire au pyrophore, on en fait ſans cet acide, & qui eſt auſſi bon que celui où il entre.

M. le duc d'Ayen a obſervé que le réſidu du verdet, ou ſel acéteux de cuivre diſtillé, faiſoit un très-bon pyrophore.

M. Prouſt a obtenu également de très-bon pyrophore ſans y faire entrer d'acide vitriolique. Ayant diſtillé du ſucre de ſaturne, ou ſel acéteux de plomb, & d'autres ſels acéteux métalliques, il obtint des réſidus qui, expoſés à l'air, s'enflammèrent auſſi-tôt.

Le même Chimiſte a enflammé le charbon en verſant deſſus un acide nitreux concentré. Tous les charbons lui ont réuſſi pourvu qu'ils ſoient très-ſecs. C'eſt par la même cauſe que les huiles ſont enflammées par l'acide nitreux. Car elles ne s'enflamment que lorſqu'elles ſont réduites à l'état de charbon. C'eſt pourquoi l'acide vitriolique concentré favoriſe cette in-

flammation, parce qu'il réduit encore plus promptement l'huile en charbon que l'acide nitreux.

Enfin, nous verrons que la chaux vive humectée contracte une forte chaleur & donne une lueur sans flamme. Mais la chaleur est assez considérable pour enflammer les matières combustibles.

M. Keir a fait un très-bon pyrophore en chauffant du sel marin de plomb avec de la sciure de bois, dans une boîte fermée. Le bois est converti en charbon, & dès que la matière est exposée à l'air, elle prend feu.

Nous avons déjà dit que dans l'efflorescence des pyrites, il y a souvent inflammation & combustion du soufre. J'ai vu des matières pyriteuses s'enflammer ainsi spontanément dans le Soissonnois.

Voilà un grand nombre d'inflammations spontanées. Mais quelle en est la cause? Pour la découvrir il faut remonter à celle de toute combustion.

Il paroît que la cause première de ce phénomène est un mouvement particulier excité dans le corps combustible. Ce mouvement peut être produit par le frottement. Un corps inflammable quelconque, frotté avec assez de

force s'enflamme. Ce ſont des expériences connues de tout le monde. Les hommes qui connoiſſent le moins les arts allument du feu en frottant avec force deux morceaux de bois durs. L'acier, qui eſt un des corps les plus réfractaires, choqué contre un autre corps dur comme un caillou, eſt enflammé & calciné; mais ce choc doit être beaucoup plus fort que celui qui eſt néceſſaire pour allumer le bois. Enfin le criſtal de roche lui-même, les cailloux & toutes les pierres dures choquées l'une contre l'autre, donnent une lueur phoſphorique, & quelques-unes ſont fondues, comme l'a prouvé M. de Lamanon.

Or que fait le frottement? il met en mouvement les parties du corps combuſtible. Si ce mouvement eſt tel que l'air inflammable puiſſe ſe dégager avec aſſez de force pour pouvoir ſe combiner avec l'air pur, il y a flamme. Si le frottement n'eſt pas aſſez conſidérable, le corps s'échauffera ſimplement, & il peut s'échauffer juſqu'à l'incandeſcence. On fait rougir des barres de fer en les frappant avec un marteau. On les échaufferoit encore davantage en les frottant avec violence les unes contre les autres. Dans ces frottemens la matière de la chaleur libre contenue dans les

corps s'échappe, se dégage, & contribue à augmenter le mouvement intérieur des parties des corps.

On peut produire tous les effets dont nous venons de parler, par un second moyen, par le feu. Qu'on expose à un feu plus ou moins vif tous les corps, ils s'échaufferont, rougiront & enfin s'enflammeront, s'ils sont combustibles.

Mais il y a un autre ordre de corps qui deviennent lumineux sans chaleur & sans combustion. Ce sont les phosphores. On a donné ce nom à tout corps qui est lumineux sans une combustion apparente. On l'a ensuite adapté plus particulièrement au phosphore de Kunckel, qui cependant ne donne de la lumière qu'en brûlant. C'est donc improprement qu'il est appelé *phosphore*, puisqu'il brûle à la manière de tous les autres corps combustibles, & son nom devroit être changé, ou celui des phosphores.

Nous connoissons en général deux espèces de corps phosphoriques. Les uns le deviennent en étant exposés simplement à la lumière. Un de ceux qu'on a dû observer le plus anciennement, est le bois pourri. En se promenant la nuit dans les forêts, on voit une grande quantité de ces bois phosphorescens, qui bril-

lent d'une lumière douce, mais fans chaleur ni combuftion. Quelques poiffons en fe pourriffant, les écailles d'huître, &c. donnent auffi une lumière phofphorique.

Les Phyficiens ont enfuite cherché à multiplier ces phénomènes, & l'expérience leur a appris qu'un grand nombre de corps expofés à la lumière du foleil, puis portés fubitement dans l'obfcurité, étoient lumineux. Un diamant ayant été expofé à la lumière, brille encore dans l'obfcurité, ainfi qu'un grand nombre d'autres pierres. Une feuille de papier blanc préfente le même phénomène, fur-tout fi on la frotte avec une certaine force, &c. &c.

Nous avons une efpèce de blende, qui, frottée légèrement à l'obfcurité avec un curedent ou tout autre corps peu dur, brille d'une belle lueur phofphorique. En caffant le fucre, ou le pulvérifant il préfente le même phénomène.

Mais un grand nombre d'autres corps ne deviennent phofphoriques que lorfqu'ils ont éprouvé un certain degré de chaleur. La pierre de Boulogne, qui n'eft qu'un fpath pefant, a été célèbre autrefois à caufe de cette propriété. On la réduifoit en poudre, puis on l'humectoit avec une diffolution de gomme adragant; on en faifoit de petits pains auxquels on faifoit fubir un affez grand degré de feu, & pour lors

on les portoit à l'obſcurité, & ils brilloient comme un charbon ardent.

On a reconnu depuis qu'un grand nombre d'autres corps préſentoient le même phénomène. En faiſant chauffer une plaque de fer, une ſoucoupe de porcelaine, &c. & jettant deſſus du ſpath fluor pulvériſé, on le voit briller d'une belle lueur phoſphorique de différentes couleurs, ſuivant que le ſpath eſt lui-même coloré. La craie, la magnéſie, la terre alumineuſe, le talc, pluſieurs ſels & chaux métalliques donnent également une lueur phoſphorique.

Voici un grand nombre de phénomènes différens. Tâchons de les rapprocher pour en découvrir la cauſe. On peut y diſtinguer trois effets principaux, 1°. chaleur, 2°. lumière, 3°. combuſtion.

1°. Des corps peuvent être échauffés à un grand degré ſans être lumineux, tels que les ſubſtances métalliques, les pierres, &c. & mis ſous des cloches pleines de différens airs ſur le mercure, ils n'altèrent point ces airs. Ces ſubſtances peuvent même être chauffées juſqu'au rouge, ſans que les airs en ſoient viciés d'une manière ſenſible. C'eſt ce que j'ai éprouvé en faiſant paſſer des morceaux de criſtal de roche, de porphyre, de platine laminée, &c. dans

des cornues remplies d'air à l'appareil au mercure & les faifant rougir.

2°. Tous les phofphores naturels deviennent lumineux fans qu'il faille un degré de chaleur fupérieur à celui de l'atmofphère ; il fuffit d'expofer le diamant, la feuille de papier, &c. à la lumière du foleil. Ici il n'y a point de combuftion, le corps phofphorique ne paroît rien perdre, & par conféquent il n'y a point d'abforption d'air pur. Cet air même n'eft pas néceffaire.

Les phofphores qui ont befoin d'un certain degré de chaleur, font encore dans le même cas. La craie, la terre alumineufe, le tartre vitriolé, &c. ne paroiffent rien perdre, il n'y a point de combuftion & point d'abforption d'air pur.

J'ai fait paffer de ces fubftances dans des cornues remplies de différens airs, à l'appareil au mercure, & ai enfuite échauffé ces cornues au bain de fable dans l'obfcurité. La craie, la magnéfie, le fpath fluor, &c. ont brillé également de leur lueur phofphorique; que ce fût de l'air pur, de l'air inflammable, de l'air acide, &c. ces airs n'ont pas été viciés.

La lueur phofphorique des bois qui fe pourriffent, ainfi que celle des matières animales, peut être une fuite de la fermentation putride.

Nous avons vu qu'elle décompofe tous ces corps, & que le principe de la chaleur qui y eſt ſi abondant ſe dégage.

3°. Il n'y a donc que les corps en *combuſtion* qui agiſſent ſur les airs; parce que toute combuſtion eſt accompagnée de deſtruction du corps qui brûle. Ce corps ſe décompoſe, & ſes principes forment auſſi-tôt de nouveaux compoſés. Or l'air pur ſert de moyen pour ces décompoſitions, qui ordinairement ne peuvent ſe faire ſans ſon ſecours; & il entre dans les nouveaux produits.

Si ces corps ont une grande affinité avec l'air pur, pour lors leur combinaiſon ſe fait avec de grands efforts, de grands frottemens; & il y aura une chaleur plus ou moins grande de produite. Par exemple, la combinaiſon de l'air pur & de l'air nitreux, eſt accompagnée d'un grand degré de chaleur. Néanmoins, il n'y a ni flamme, ni combuſtion. Le foie de ſoufre, la manganèſe abſorbent également l'air pur avec aſſez d'avidité, & cette abſorption ſe fait ſans dégagement de lumière. Il faut donc que le corps avec lequel l'air pur ſe combine contienne des principes capables d'ébranler aſſez vivement le fluide lumineux pour produire de la lumière.

Or il paroît qu'il n'y a que les corps con-

tenant de l'air inflammable qui ſoient capables de produire cet effet. L'air inflammable, comme nous l'avons dit, paroît compoſé de véſicules remplies de la matière du feu. L'air pur contient également de la matière du feu, en moindre quantité, & vraiſemblablement elle n'y eſt pas aſſez abondante pour pouvoir produire flamme & lumière. Mais, lorſqu'il ſe combine avec l'air inflammable, toutes les véſicules de l'un & de l'autre ſont briſées, & la matière du feu qui s'en dégage ébranle le fluide lumineux, produit lumière & flamme. Lorſque l'air inflammable eſt combiné de manière qu'il ne puiſſe ſe dégager que très-difficilement, il y aura grande chaleur. La chaleur ſera au contraire moins conſidérable, ſi cet air eſt peu engagé, qu'il puiſſe être volatiliſé facilement, & pour lors s'enflammer. Ces principes poſés, il paroît que:

Dans les pyrophores, cet air eſt peu engagé. Les pyrophores ont beaucoup d'affinité avec l'air pur. Dès qu'ils ſont en contact, ils ſe combinent avec force. Il y a frottement conſidérable, qui, joint au dégagement de leur chaleur ſpécifique, ſuffit pour opérer la combuſtion & produire de la flamme. En même tems il y a abſorption d'air & nouvelle combinaiſon.

L'acide nitreux verſé ſur le charbon l'enflamme, parce qu'il ſe produit un frottement aſſez conſidérable pour faire prendre feu, & enflammer le mêlange. Si on mêle de l'acide nitreux & du charbon peu à peu, & qu'on les mette dans un creuſet aſſez chaud, ils s'enflamment auſſi-tôt. C'eſt le même phénomène dans les deux cas. Le frottement produit dans le premier, ce que le feu produit dans le ſecond.

L'acide nitreux concentré, verſé ſur les huiles, les enflamme par la même raiſon. Il les réduit d'abord en charbon. L'acide tombant ſur ce charbon l'enflamme, & produit la détonation de la maſſe totale. C'eſt encore pourquoi l'acide vitriolique contribue à cette inflammation, parce qu'il réduit plus promptement l'huile en charbon.

Le phoſphore a auſſi beaucoup d'affinité avec l'air pur. Leur combinaiſon eſt accompagnée de flamme, dont on peut augmenter l'intenſité en échauffant le phoſphore. Le réſidu eſt une nouvelle combinaiſon, qui eſt l'acide phoſphorique.

L'éther, l'eſprit-de-vin, les huiles, le ſoufre, les métaux, &c. ne s'enflamment point à la température ordinaire. Il faut une chaleur ſupérieure. Leur inflammation eſt une combuſtion accompagnée d'abſorption d'air pur.

On voit donc qu'il n'y a inflammation & combuſtion, que lorſque le frottement & le mouvement ſont aſſez conſidérables pour favoriſer une combinaiſon prompte & preſque inſtantanée de l'air inflammable avec l'air pur. Le frottement peut produire cet effet, qui l'eſt encore par le feu.

Lorſque ces cauſes n'auront pas aſſez d'intenſité, elles produiront chaleur ſans flamme. Une petite parcelle d'acier s'enflammera à la flamme d'une bougie, tandis qu'une portion un peu plus conſidérable ſera ſeulement échauffée, &c.

Mais la lueur phoſphorique des phoſphores reconnoît une autre cauſe. Elle n'eſt accompagnée ni de chaleur, ni de combuſtion, il n'y a point d'air pur abſorbé. Il paroît donc que ce phénomène n'eſt autre choſe qu'un dégagement de la matière de la lumière qui ſe trouve accumulée dans les pores de ces corps ou dans leurs ſubſtances. Ils éprouvent une eſpèce de mouvement d'oſcillation qui eſt ſuffiſant pour ébranler le fluide lumineux, de la même manière que le font les exploſions de l'air inflammable & de l'air pur, avec la ſeule différence qu'ici cette exploſion eſt accompagnée de chaleur, au lieu que dans les phoſphores il y a oſcillation ſuffiſante pour ébranler le fluide

lumineux ſans chaleur. Cependant il y a quelquefois chaleur, comme dans tous les phoſphores qui exigent d'être échauffés pour être lumineux, comme dans la chaux vive humectée, &c. &c. Néanmoins, il n'y a pas combuſtion, ni par conſéquent abſorption d'air pur. Nous pourrions comparer ce mouvement des corps phoſphoriques à celui des corps qui réfléchiſſent la lumière.



DES SUBSTANCES SALINES.

De tous les corps composés dont on a tenté l'analyse, aucun n'a plus occupé que les substances salines, parce que dès les premiers pas qu'on a faits dans l'étude de la nature, on a apperçu le grand rôle qu'y jouent les sels. Cette idée s'est encore étendue depuis qu'on a prouvé que les terres, les pierres doivent être rangées dans cette classe, & qu'on peut regarder tous les métaux eux-mêmes comme des espèces de soufre composées d'un acide uni au principe de l'inflammabilité. Au moins la chose ne doit-elle plus paroître douteuse, relativement à quelques substances métalliques, telles que l'arsenic, la molybdène, le volfram, &c. Toutes les substances, végétales & animales, sont également de la même nature; en sorte que la plus grande partie des corps composés qui nous sont connus, rentrent dans l'ordre des substances salines.

Il seroit trop long & hors de notre sujet de rapporter toutes les opinions qu'on a eues sur la nature des sels. Les premiers Chimistes connus qui ont travaillé avec quelqu'exactitude, tels que Paracelse, Isaac le Hollandois, &c. admettoient

admettoient un principe salin universel & primitif qui en passant dans différentes combinaisons, se modifioit & formoit cette grande variété de substances salines que nous connoissons. Les uns ont appelé ce principe primitif *acide universel*, d'autres *acidum pingue*. Kunckel le nommoit *calidum*, *onctuosum*. Meyer croyoit que c'étoit son *causticon* ; enfin, les plus anciens Philosophes l'ont désigné sous le nom de *matière du feu*. Le causticon de Meyer, le *calidum* de Kunckel, l'*acidum pingue*, &c. ne sont toujours que le feu considéré de différentes manières ; & effectivement nous prouverons que le feu qui est le principe le plus actif de la nature doit se retrouver en grande abondance dans les substances salines, qui ont elles-mêmes une si grande énergie.

Mais une école célèbre, celle de Beccher & de Stahl, s'est éloignée de ces idées. Ces Chimistes illustres ne reconnoissoient dans les sels qu'un principe terreux, qu'ils regardoient comme la terre vitrifiable & de l'eau. Cependant Beccher admettoit aussi sa seconde terre ou le principe inflammable dans quelques sels comme dans l'acide nitreux.

Les belles expériences qui depuis ce tems ont été faites sur les airs, dont on avoit trop négligé l'étude, ont présenté de nouveaux faits

ſur les parties conſtituantes des ſels. Ils donnent à l'analyſe une ſi grande quantité d'air, que, comme nous l'avons vu, un grand nombre de Phyſiciens penſent que les différentes eſpèces d'air dont nous nous ſommes entretenus juſqu'ici, doivent leur origine à la décompoſition des ſubſtances ſalines. On a même été juſqu'à avancer que l'atmoſphère terreſtre elle-même pouvoit avoir été formée par ces décompoſitions immenſes, qui s'opèrent dans le ſein du globe. Mais auparavant que d'entrer dans ces diſcuſſions, nous allons expoſer ſuccinctement les faits qui nous ſont connus ſur la production de ces ſubſtances.

La nature forme journellement les ſels. Elle à deux grands procédés pour cette opération.

Le premier eſt par l'intermède des ſubſtances terreuſes. Car dans cette combinaiſon, comme dans toutes les autres, il lui faut toujours une baſe qui fixe les principes qu'elle veut employer, & lui donne le tems d'opérer à loiſir. On s'étoit apperçu depuis long-tems qu'il ſe trouvoit différens ſels dans certaines terres. On voyoit le nitre s'effleurir en beaucoüp d'endroits. Mais on ignoroit s'il exiſtoit tout formé dans l'air qui l'auroit ſimplement dépoſé, ou s'il étoit de nouvelle formation.

Cependant Glauber avoit déjà fait une expérience intéressante; il avoit épuisé par le lavage une terre de tous les sels qu'elle pouvoit contenir, & il en fit des petits murs. Ayant lessivé ces terres, quelque tems après elles lui donnèrent beaucoup de sels, sur-tout du nitre & du sel marin, soit à base alkaline, soit à base de terre calcaire, soit à base de magnésie. Il s'agissoit de savoir si ces sels avoient été apportés par l'air, ou s'ils avoient été formés.

Pour s'en assurer, on exposa à l'air libre des linges imbibés de lessives alkalines, & on n'obtint que de l'alkali aéré. On avoit cru pendant un certain tems que c'étoit du vitriol de potasse. Mais on a reconnu depuis qu'ordinairement il n'y en avoit point, & jamais on n'a retiré de sels marins, ni de sels nitreux.

Cependant il est quelques circonstances où les acides nitreux & marin paroissent se trouver dans l'atmosphère. Au moins Margraf dit qu'ayant ramassé avec tout le soin possible de l'eau de pluie & de neige, il en a obtenu par l'analyse des sels nitreux & marin calcaires; ce qui prouveroit déjà la formation de ces acides même dans l'air par le concours de la terre calcaire. Il paroît aussi que sur le rivage de la mer l'air est chargé d'une plus ou moins grande quantité d'acide marin. Car tous les

corps qui sont exposés à cet air sont attaqués comme ils ont coutume de l'être par cet acide.

Les fureurs de la guerre ayant forcé les différens peuples à faire d'amples provisions de nitre, on l'a recherché par-tout où on le soupçonnoit. On a lessivé les platras des habitations de l'homme & des animaux, & on en a retiré différens sels. Mais on ignoroit encore s'ils étoient dus à l'urine des animaux, ou à quelqu'autre principe.

Enfin, l'usage des nitrières artificielles a jetté un grand jour sur cette matière. On élève des petits murs avec des terres calcaires, imprégnées le plus que l'on peut de matières animales ou végétales en putréfaction; on facilite entre ces petits murs des courans d'air qui y sont absolument nécessaires pour apporter l'air pur: on lessive ensuite ces terres, & on en extrait un grand nombre de sels, 1°. du vrai nitre, 2°. du vrai sel marin, 3°. & 4°. du nitre & sel marin à base de magnésie, 5°. & 6°. du nitre & sel marin à base de terre calcaire. Ce qui constitue six espèces différentes de sels...

Lorsque ces terres ont été épuisées par le lavage, on les emploie de nouveau dans la construction des petits murs, & après un certain tems elles donnent la même quantité de sels. On avoit cru qu'il étoit nécessaire de les

arroſer d'urine ou autre liqueur animale paſſant à la putréfaction. Ce procédé peut fournir une récolte plus abondante, mais n'eſt point néceſſaire. J'ai vu des nitrières à Eſſone, où on ſe bornoit à étendre ſous des hangards les terres qui avoient été leſſivées, & de les remuer à certains intervalles. Leſſivées de nouveau, elles donnoient également les mêmes ſels.

MM. Thouvenel, Lorgna, Chevrand, Gavinet, de Beunie, le comte Thomaſſin, Foreſtier de Vereux, Rorne, &c. ont fait un grand nombre de belles expériences ſur cette matière, & ils ont conſtaté que toutes les ſubſtances ſalines que nous venons de voir, ſont de nouvelle formation.

Beccher, Stahl, & toute leur école, admettoient un acide univerſel, l'acide vitriolique, qu'ils croyoient répandu dans l'air, & ils penſoient que cet acide pouvoit ſe convertir en tous les autres. Mais nous avons vu que l'acide vitriolique ne ſe trouvoit pas ordinairement dans l'atmoſphère, quoiqu'il ſoit très-répandu dans le règne minéral. Néanmoins on a cherché à s'aſſurer par l'expérience s'il pouvoit ſe convertir en acide nitreux & en acide marin.

On a arroſé avec des ſels vitrioliques des

terres qui se nitrifient. Ces terres lessivées après le tems ordinaire, n'ont pas donné davantage de nitre ou de sels marins, & souvent moins. Ainsi cette prétendue transmutation des sels les uns dans les autres, ne paroît nullement établie.

MM. Thouvenel ont voulu essayer si toutes les terres étoient également propres à la nitrification. Ils ont reconnu que la terre calcaire étoit la meilleure. La magnésie se nitrifie aussi quelquefois, ainsi que la terre alumineuse. Mais ces mêmes terres soumises à l'action du feu & calcinées, la chaux vive, les alkalis, différens sels neutres, &c. n'ont rien donné. Ainsi, on peut conclure qu'à proprement parler il n'y a que la terre calcaire capable de se nitrifier. Mais il faut pour cette opération le concours de différens airs.

L'air de l'atmosphère y est de première nécessité. Car ayant mis dans des vases appropriés de la terre calcaire avec de l'air putride & sans communication avec l'air extérieur, il n'y a point eu de nitrification.

Cependant, cet air seul est insuffisant. Dans des lieux élevés où l'air est le plus pur, il n'y a point ou presque point de nitrification. Il faut donc le concours de l'air putride végétal ou animal. Cet air putride est composé de

différens airs. Il s'agiſſoit de ſavoir celui ou ceux qui y étoient utiles.

MM. Thouvenel ont introduit avec les précautions ordinaires dans des appareils convenables, de l'air acide dégagé de la craie par l'acide vitriolique, & ils n'ont point obtenu de nitre. L'air d'une cuve de bierre, ou du charbon en combuſtion, ne leur en a point non plus donné. Ils n'en ont pas plus obtenu de l'air inflammable qui ſe dégage du fer par l'acide vitriolique, ni de celui retiré par le feu, du blé, du charbon de bois, de la houille, du ſang, de la corne de cerf, &c. ils ont enſuite eſſayé de laver dans l'eau de chaux & dans les alkalis cauſtiques, l'air putride, & ils n'ont plus obtenu de nitre. D'où ils concluent que l'air acide eſt néceſſaire à cette opération. C'eſt auſſi l'opinion de M. Cornette.

Enfin, M. Lorgna a auſſi prouvé qu'elle ne pouvoit avoir lieu ſans air inflammable. Il a pris une terre de marais propre à la nitrification, & qu'il a diviſée en trois portions. Il en a leſſivé une pour s'aſſurer qu'il n'y avoit encore point de nitre formé. La ſeconde portion a été expoſée à une douce chaleur capable cependant d'en dégager tout l'air inflammable. Il l'a enſuite expoſée à la nitrification, ainſi que la troiſième portion, qui étoit dans toute

ſa pureté. Il les leſſiva toutes deux dans le tems ordinaire. La troiſième lui donna les ſels qu'on a coutume de retirer des terres nitrifiées. Mais la ſeconde ne lui en donna point. Ce qui prouve la néceſſité abſolue de l'air inflammable.

Nous pouvons donc conclure de ces expériences, 1°. que l'air atmoſphérique eſt néceſſaire à la nitrification, par la portion d'air pur qu'il contient, 2°. qu'il faut auſſi l'air putride, 3°. que l'air inflammable de cet air putride n'eſt pas moins utile, 4°. ainſi que l'air acide, 5°. & l'air impur; puiſque l'air inflammable ſeul ou l'air acide ſeul, ou tous deux réunis, comme dans l'air retiré de la diſtillation du charbon, n'ont pu opérer de nitrification. D'ailleurs, l'expérience de M. Cavendish que nous avons rapportée, prouve la néceſſité de cet air impur.

Enfin, il n'y a point de fermentation putride ſans dégagement du principe de la chaleur, lequel concourt également à la formation de ces ſubſtances ſalines.

L'eau eſt en abondance dans tous ces airs, & elle entrera pareillement dans les nouveaux compoſés.

Tels ſont les différens principes que la nature me paroît employer dans ſes procédés, 1°. l'air pur, 2°. l'air inflammable, 3°. l'air

impur, 4°. l'air acide, 5°. le principe de la chaleur, 6°. l'eau.

L'art dans l'établissement des nitrières n'a fait qu'imiter la nature. Elle nous offre du nitre tout formé dans certaines terres calcaires. M. le duc de la Rochefoucaud a observé que des carrières de craie à la Roche-Guyon en fournissent beaucoup. Mais ce ne sont que les couches extérieures exposées au contact de l'air & sur-tout celles qui sont proche des habitations où se rencontre l'air putride. Il y a des terreins dans les Indes & en mille autres lieux où le nitre effleurit en quantité. Il est très-abondant au Pérou, suivant l'observation de M. Dombey; & M. Desfontaines m'a dit qu'il est on ne peut plus commun au royaume d'Alger. Sans doute ce sont des lieux qui ont été imprégnés autrefois des substances animales ou végétales putréfiées, soit par l'habitation, soit par quelque bataille, soit par quelqu'autre cause. Peut être que les animaux y ont parqué. Ce qui confirmeroit ce soupçon, c'est que l'Espagne, où les animaux parquent, abonde en sels, suivant M. Boules. Il suffit pour les extraire, de lessiver les terres labourables.

Les sels qu'on retire par ces différens procédés sont l'acide nitreux, l'acide marin, l'alkali fixe végétal ou potasse, le natron, & vrai-

semblablement la magnésie ; car celle-ci paroît aussi être formée comme les alkalis. Mais ce qui est bien singulier, c'est qu'on n'obtient ni sels vitrioliques, ni sels ammoniacaux, il se pourroit cependant qu'on eût de la sélénite, & qu'étant à peu près insoluble, elle demeure dans les platras. Mais comment n'a-t-on pas des vitriols de potasse, de natron, de magnésie ?

Quant à l'alkali ammoniacal, il faut qu'il se décompose, ou qu'il se volatilise. Car on ne sauroit douter qu'il ne s'en forme dans cette circonstance. La fermentation putride animale en donne toujours.

Si l'acide vitriolique ne se forme pas par ces moyens, ou au moins qu'en très-petite quantité, la nature en a d'autres pour le produire. Car dans les cloaques & les fosses d'aisance, où on entasse les matières animales & végétales en putréfaction, on y retrouve toujours du soufre, &c. &c.

Le second procédé que la nature emploie pour la formation des substances salines, est la voie des êtres organisés. Ceux-ci contiennent toutes les espèces de sels qu'on retire des minéraux, & ils en ont beaucoup qui leur sont particuliers, tels que les acides végétaux, l'acide du suif, celui des fourmis, du ver à

ſoie, &c. &c. enfin l'alkali ammoniacal, &c.

Nous retrouvons dans les animaux & les végétaux, les mêmes principes que dans les nitrières. Ils contiennent beaucoup d'air inflammable, d'air acide & d'air impur. Ils abſorbent auſſi de l'air pur. Le principe de la chaleur y eſt également plus ou moins abondant. Tous ces principes réunis concourront donc à la formation des différentes ſubſtances ſalines qui exiſtent chez les êtres organiſés, ainſi qu'elles les produiſent dans les nitrières.

Ces faits nous prouvent que les ſubſtances ſalines ne ſont point d'ancienne formation, & que la nature les produit journellement. Il reſte à rechercher quels ſont les principes qu'elle y emploie. On a encore peu de données ſur la compoſition des alkalis. Mais l'analyſe des acides paroît plus avancée. Quoique les opinions ſoient bien partagées à cet égard, on peut les réduire à trois principales, comme nous allons le voir.



DE L'ACIDE VITRIOLIQUE ET DU SOUFRE.

STAHL avoit avancé que le ſoufre n'étoit que l'acide vitriolique uni au principe inflammable, ou phlogiſton; & il le prouvoit par une multitude d'expériences. Diſtillant un jour de l'acide vitriolique dans une cornue à feu nud, il obtint une grande quantité d'acide ſulfureux. Son appareil déluté, il vit que la cornue étoit fendue. L'expérience répétée lui donna conſtamment le même ſuccès; d'où il conclut que c'étoit le principe inflammable des charbons qui s'étant introduit par la fente de la cornue, s'étoit combiné avec l'acide vitriolique, & l'avoit fait paſſer à l'état d'acide ſulfureux. Il traita pour lors avec le charbon l'acide vitriolique & tous les ſels vitrioliques, tels que les vitriols de natron, de potaſſe, l'alun, &c. & il obtint de l'acide ſulfureux & du ſoufre. Ce grand Chimiſte en tira la conſéquence que l'acide ſulfureux étoit l'acide vitriolique combiné avec une certaine quantité de principe inflammable, & qu'il paſſoit à l'état de ſoufre lorſqu'il en étoit entièrement ſaturé. Il chercha enſuite à déterminer le rap-

port de l'acide vitriolique au principe inflammable dans le soufre, & il crut que le phlogiston y entroit pour un seizième.

Hales, dont en général Stahl n'a point assez connu les travaux, faisoit à peu près dans le même tems d'autres expériences de son côté. Il trempa dans du soufre fondu des mèches de vieux linge, & en alluma une sous une cloche qui contenoit 2024 pouces cubiques d'air. Elle brûla pendant un certain tems; il y eut 198 pouces d'air absorbés. Il répéta l'expérience dans un vaisseau qui contenoit 594 pouces cubiques d'air, & il y en eut 150 d'absorbés.

Le soufre, dans cette combustion, est changé en acide sulfureux. C'est le procédé dont on se servoit, il y avoit déjà long tems, pour avoir l'acide vitriolique. On faisoit brûler le soufre sous une grande cloche, & on en ramassoit la vapeur. Comme il y avoit beaucoup de perte, on substitua ensuite de grands ballons. Mais ces ballons étant chers & fragiles, on a préféré de faire cette combustion dans de grands appartemens, revêtus intérieurement de lames de plomb ou d'un bon mastic. Il restoit encore une autre difficulté à vaincre. La combustion du soufre altérant l'air, ne pouvoit plus être continuée au bout d'un certain tems. On y a remédié en mêlant le soufre

avec du nitre, qui fournit l'air pur néceſſaire à la combuſtion.

L'acide qu'on obtient eſt de l'acide ſulfureux, qui, expoſé à l'air, ſe change en acide vitriolique.

Ces expériences nous apprennent donc que dans la combuſtion du ſoufre, il y a non-ſeulement dégagement de chaleur & de lumière, mais encore abſorption d'une certaine quantité d'air pur. Il eſt vrai que Hales ne connoiſſant pas encore les différentes eſpèces d'air, il n'avoit pu voir tout ce qui ſe paſſoit dans cette opération.

M. Prieſtley ayant prouvé depuis qu'il n'y avoit que l'air pur qui pût entretenir la combuſtion, on en devoit tirer la conſéquence que c'étoit l'air pur qui étoit abſorbé dans cette opération, & que par conſéquent le ſoufre, en brûlant, ne devenoit acide ſulfureux qu'en abſorbant une certaine quantité d'air pur. Cet acide ſulfureux lui-même ne devient enſuite acide vitriolique que par une nouvelle abſorption d'air pur. Voilà les faits dont tout le monde eſt d'accord. Mais on en a donné des explications bien différentes.

Stahl penſoit que le ſoufre ne brûloit que par ſon principe inflammable, qui ſe diſſipoit ſous forme de flamme & de chaleur, & pour

lors l'acide demeuroit libre. Néanmoins tout le principe inflammable ne se dégageoit pas par la simple combustion. Il en demeuroit encore une partie, qui tenoit l'acide sous forme d'acide sulfureux. Il croyoit qu'elle se dissipoit à l'air, & l'acide sulfureux passoit à l'état d'acide vitriolique.

Les expériences de Hales font voir qu'il n'y a pas seulement dissipation du principe inflammable, mais encore absorption d'air pur. Il reste à savoir ce que devient cet air pur. Se combine-t-il sous sa forme naturelle d'air pur? ou est-il altéré?

Schéele, Bergman, &c. ont prétendu que l'air pur s'unissant au phlogiston du soufre, se changeoit en matière de la chaleur; & que c'est sous cette forme qu'il se retrouve dans l'acide vitriolique.

M. Senebier, & d'autres Chimistes, croient que l'air pur est ici changé en air acide par le phlogistique.

Il me paroît que l'air pur produit différens effets dans cette combustion. Supposons que le soufre contienne, ainsi que le benzoin, un acide avec de l'air inflammable, ou comme la cire, de l'air inflammable avec d'autres principes quelconques, il est avoué que dans ces combustions, une portion de l'air pur se com-

binant avec l'air inflammable, il y a un dégagement d'eau (ou production d'eau si l'on veut, peu importe, pour le moment). L'autre portion de l'air pur s'unit avec l'autre portion de la cire, & donne de nouveaux produits. Mais en même tems il y a flamme & dégagement de la matière de la chaleur. Cette flamme est reconnue venir de la combustion de l'air inflammable de la cire avec une portion d'air pur.

Or je pense que le soufre contient réellement de l'acide vitriolique & de l'air inflammable. Cet air inflammable brûlant avec une portion de l'air pur, donnera la chaleur & la flamme qui accompagnent cette combustion; & en même tems l'eau qui étend toujours l'acide qu'on obtient dans cette opération; tandis que l'autre portion d'air pur se combinera avec l'acide sulfureux & le fera passer à l'état d'acide vitriolique.

M. Lavoisier a embrassé un sentiment tout-à-fait opposé. Il regarde le soufre comme un corps *simple & non décomposé.* Il a brûlé du soufre dans de l'air pur. Il dit avoir obtenu un acide égalant en poids le soufre brûlé, & l'air pur absorbé. D'où il a conclu que l'acide sulfureux n'étoit que le soufre, plus une certaine quantité d'air pur. Mais en ajoutant à cet acide sulfureux

ſulfureux une nouvelle quantité d'air pur, il paſſe à l'état d'acide vitriolique. La flamme & la chaleur qui ſe dégagent lors de la combuſtion du ſoufre, ne viennent point du ſoufre, mais de l'air pur qui, en ſe combinant, perd ſa chaleur ſpécifique. Cet air, ſous cette forme, eſt appelé, par M. Lavoiſier, *principe oxygène*, & par M. de Morveau, *principe acidifiant.* Ainſi le principe oxygène eſt l'air pur, moins le principe de la chaleur, & puiſque ce principe de la chaleur ſe diſſipe ſous forme de flamme & de chaleur, il ne doit pas s'en trouver une quantité conſidérable dans l'acide vitriolique; auſſi ſoutient-on qu'il en contient peu & moins que l'eau.

On pourroit adopter un ſentiment moyen entre les deux que je viens d'expoſer, & ſuppoſer que le ſoufre & l'acide vitriolique ſont compoſés d'un principe commun. Ce principe combiné avec l'air pur, donneroit l'acide vitriolique, & combiné avec le principe inflammable, formeroit le ſoufre. On ſent que la même choſe auroit lieu pour tous les autres acides. C'eſt ce que j'ai fait voir dans le Journal de Phyſique, 1786, cahier d'Avril, page 208. C'a été pendant quelque tems le ſentiment de M. de Morveau.

Pour découvrir laquelle de ces trois opi-

nions principales approche le plus de la vérité, il faut examiner les phénomènes qui accompagnent la combustion du soufre, & les analyser.

J'ai mis 24 grains de fleurs de soufre dans un fragment de soucoupe de porcelaine, sous une cloche contenant 24 pouces cubiques d'air pur & reposant sur le mercure. J'ai allumé le soufre avec une verge de cuivre rouge échauffé. La combustion s'est faite avec vivacité. La cloche a été remplie de vapeurs, qui ont éteint le soufre avant que tout l'air fût consumé. Les vaisseaux refroidis, il est resté dans la cloche 10 pouces d'air. J'ai essayé de ramasser l'acide produit pour le peser, ainsi que le soufre restant, mais il ne m'a pas été possible; parce qu'une portion étoit attachée à la cloche, l'autre nageoit sur le mercure, sur le soufre restant; enfin, il y en avoit beaucoup dans l'air qui n'étoit pas condensé.

On voit qu'il est impossible de recueillir parfaitement tout l'acide qui est attaché à la cloche & qui repose sur le mercure. On n'a donc pu estimer que par approximation ces produits, & par conséquent on n'a pu s'assurer que le poids de l'acide obtenu égaloit celui du soufre brûlé & de l'air pur absorbé. Il en est de même de toutes les autres expériences

de ce genre, dans lesquelles on dit avoir obtenu des produits parfaitement égaux aux matières qu'on a employées. Il est à présumer que ces calculs n'ont été faits que d'après les principes qu'on avoit posés, & non d'après des expériences, qui ne peuvent être faites avec cette exactitude mathématique.

Mais M. Fontana a fait ces expériences d'une manière qui ne peut induire en erreur. Il met du phosphore dans de grands ballons, fermés hermétiquement, allume le phosphore avec un charbon appliqué au ballon. La combustion se fait, & il n'y a pas de perte de poids, quoique dans certaines expériences il y ait eu jusqu'à 200 pouces d'air absorbés.

De l'acide vitriolique foible, obtenu de la combustion du soufre, & qui pesoit 200 grains, a été soumis à la distillation dans une cornue de verre à laquelle étoit adapté un récipient.

J'ai retiré 110 grains d'eau chargée d'une petite quantité d'acide sulfureux, & j'ai eu pour résidu un acide vitriolique assez fort. Voici les conséquences que je crois pouvoir tirer de ces expériences.

Dans la combustion du soufre, on obtient une grande quantité d'eau étrangère à l'acide. Or, d'où peut venir cette eau, si ce n'est de la combustion de l'air pur & de l'air inflam-

mable? Je penſe donc qu'une portion de l'air pur abſorbé dans cette combuſtion, s'eſt combinée avec l'air inflammable du ſoufre, & que c'eſt de cette combinaiſon que ſe dégage l'eau dont eſt étendu l'acide ſulfureux. Tout l'air pur ne ſe combine donc point avec le ſoufre pour former l'acide ſulfureux. Mais une partie s'unit avec l'air inflammable du ſoufre, & néanmoins la liqueur acide qui provient de cette combuſtion, pourra égaler en poids le ſoufre brûlé & l'air pur abſorbé. Mais une autre portion d'air pur ſe combine enſuite avec cet acide ſulfureux pour le convertir en acide vitriolique.

J'ai mis demi-once d'acide ſulfureux ſous une cloche qui contenoit 12 pouces d'air pur & qui repoſoit ſur le mercure. Au bout de 48 heures, il y a eu beaucoup d'air abſorbé; & l'acide étoit un acide vitriolique foible. Le réſidu de l'air étoit vicié. Car une meſure & trois d'air nitreux ont été réduites à 0,67.

Il reſteroit maintenant à examiner ſi cette dernière portion d'air pur ſe trouve dans l'acide vitriolique ou comme air pur, ou comme air acide, ou comme principe de la chaleur. Mais avant que d'entrer dans cette diſcuſſion, voyons les autres phénomènes que préſentent le ſoufre & l'acide vitriolique.

Si on verfe de l'acide nitreux fur du foufre dans une cornue & qu'on le faffe chauffer, il fe dégage beaucoup d'air nitreux, & le foufre eft changé en acide vitriolique. Or, c'eft le même phénomène que préfente le fucre avec l'acide nitreux. Mais on avoue que le fucre contient de l'air inflammable. On ne peut donc s'empêcher de reconnoître que le foufre en contient pareillement.

Dans les combinaifons du foufre avec les chaux calcaires & métalliques, avec les alkalis, &c. il fe dégage un air inflammable fulfureux. Or cet air ne peut venir de la décompofition de l'eau, comme nous l'avons vu. Il eft donc dû au foufre.

M. Prieftley a mis du foufre dans un tube de porcelaine, & l'ayant fait chauffer à l'état d'incandefcence, y a fait paffer de l'eau, de la même manière qu'on le fait pour le fer. Il a également obtenu de l'air inflammable, qui ne peut pas plus venir de la décompofition de l'eau que dans l'expérience du fer.

M. le Commandeur de Dolomieu rapporte qu'en Italie, où on extrait le foufre en grand des terres qui en font chargées, il fe dégage une quantité confidérable d'air inflammable. Cet air ne peut venir que d'une portion de foufre décompofé, foit par les terres, foit par l'eau.

On change l'acide vitriolique en acide sulfureux ou en soufre, en le combinant avec l'air inflammable.

J'ai rempli d'air inflammable retiré du sucre une cornue de 30 pouces, & y ai introduit de l'acide vitriolique très-pur. J'ai plongé aussi-tôt le bec de la cornue dans le bain de mercure, & ai fait bouillir l'acide vitriolique. Il y a eu dégagement d'acide sulfureux & absorption de 2 pouces d'air inflammable.

M. Priestley, ayant fait passer de l'air inflammable sous une cloche, où il y avoit de l'acide vitriolique, chauffa cet acide avec une lentille. L'air inflammable fut absorbé. Il obtint de l'acide sulfureux & du soufre. Une autre fois il chauffa, dans de l'air inflammable, du tartre vitriolé, & il eut un air inflammable sulfureux ou hépatique. Ce soufre & cet acide sulfureux ont donc été produits par la combinaison de l'acide vitriolique avec l'air inflammable.

Lorsqu'on fait dissoudre un métal dans de l'acide vitriolique, on a de l'air inflammable ou de l'acide sulfureux & du soufre, suivant que l'acide est foible ou concentré. Or, cet acide sulfureux & ce soufre viennent de la combinaison de l'air inflammable du métal avec l'acide vitriolique, & non de la décomposition de l'eau,

comme je l'ai prouvé ailleurs; & effectivement, le même acide vitriolique, versé sur les huiles, le sucre, le charbon, &c. & chauffé, donne également de l'acide sulfureux & du charbon, sans dégagement d'air inflammable qu'on sait cependant exister dans ces substances. Il faut donc que cet air inflammable se soit combiné pour changer l'acide vitriolique en soufre & en acide sulfureux.

On voit donc que dans toutes ces expériences l'acide vitriolique passe à l'état d'acide sulfureux ou de soufre, en se combinant avec l'air inflammable. On ne sauroit dire que cet air inflammable est absorbé par de l'air pur, puisque cet acide ne donne jamais d'air pur par l'ébullition. D'un autre côté, le soufre en brûlant avec l'air pur perd son principe ou air inflammable, lequel air inflammable en se combinant avec une portion d'air pur, donne toute l'eau qui étend l'acide sulfureux qu'on obtient de cette combustion.

Pour avoir de l'acide vitriolique, il faut fournir à l'acide sulfureux une nouvelle quantité d'air pur. Mais il n'en est pas moins certain que cet acide sulfureux est un véritable acide, quoique foible. On ne peut par conséquent regarder comme son principe acidifiant l'air pur qui lui est nécessaire. Il ne lui sert

qu'à faire disparoître l'excès d'air inflammable qu'il contient encore. Cet acide sulfureux est comme l'acide qu'on obtient à la première distillation du sucre, lequel est encore très-chargé de principe inflammable. On l'en débarrasse par des distillations répétées sans accès de l'air pur.

Mais que se passe-t il lorsque l'acide sulfureux absorbe l'air pur ? Cet acide devient beaucoup plus liquide ou étendu d'eau. Il paroît donc que l'air pur & l'air inflammable de l'acide sulfureux se combinant, abandonnent leur eau.

Enfin, M. Priestley a retiré de plusieurs sels vitrioliques, & particulièrement de l'alun, à la distillation, beaucoup d'air pur. Or cet air pur ne peut venir que d'une portion d'acide vitriolique décomposée, car il ne sauroit être fourni par la terre alumineuse. Mais si cet acide n'étoit que le soufre, plus l'air pur, on devroit donc avoir du soufre, & cependant on n'en a point. Cette expérience est démonstrative, c'est pourquoi je l'ai répétée plusieurs fois.

J'ai mis dans une petite cornue 600 grains d'alun très-pur, & je l'ai exposé dans un creuset plein de sable à une chaleur qui a ramolli la cornue, dont le bec plongeoit dans le bain de mercure sous une cloche pleine de mercure.

Il ne s'eſt d'abord dégagé d'autre air que celui des vaiſſeaux. Il a paſſé beaucoup d'eau, qui étoit ſenſiblement acide ; c'eſt-à-dire, qu'il y avoit eu une portion d'acide vitriolique dégagée avec l'eau de criſtalliſation. J'ai pour lors changé de cloche. Il a paſſé environ un pouce & demi d'air, un peu plus pur que l'air commun ; car une meſure & une d'air nitreux ont donné 0,91. Mais il n'y a eu ni ſoufre ni acide ſulfureux.

Quant aux autres ſels vitrioliques, tels que le vitriol de fer, de cuivre, &c. on pourroit dire abſolument que l'air dégagé vient des chaux métalliques. Mais l'expériences ſuivante, à laquelle j'ai aſſiſté, eſt plus concluante.

M. Woulfe, en diſtillant du ſel ammoniac, ou ſel marin ammoniacal avec l'acide vitriolique, a obtenu un acide marin déphlogiſtiqué, qui a diſſous la platine; & cependant il n'y a eu ni ſoufre, ni acide vitriolique formé. De l'acide nitreux, diſtillé avec le vitriol ammoniacal, lui a donné également un acide qui a diſſous la platine; & il n'y a eu ni ſoufre, ni acide ſulfureux. Cependant ſi l'acide vitriolique étoit le ſoufre, plus l'air pur, nous devrions avoir dans toutes ces expériences une portion de ſoufre, puiſqu'il y a de l'air pur dégagé.

✣

DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE ET DU PHOSPHORE.

Beccher, en traitant des os à un grand feu, en avoit obtenu du verre. Mais il étoit bien éloigné de ſavoir ce qui ſe paſſoit dans cette opération.

Les travaux du célèbre Schéele ont fait voir que ce verre étoit un véritable acide. Cet acide ſoumis à un grand feu, avec des matières inflammables, paſſe ſous forme d'une ſubſtance molle, jaunâtre, tranſparente, qui donne une lueur foible dès qu'elle eſt expoſée à l'air, enfin, brûle avec grande déflagration à une chaleur de 22°. Le produit de la combuſtion de cette ſubſtance, connue ſous le nom de *phoſphore*, eſt l'acide dont nous parlons, qu'on a appelé acide phoſphorique.

La combuſtion du phoſphore eſt accompagnée, comme toute autre combuſtion, d'abſorption d'air. Hales ayant mis deux grains de phoſphore dans une retorte, & les ayant enflammés, ils remplirent la retorte de vapeurs blanches, & ils abſorbèrent 3 pouces cubiques d'air. Dans une autre expérience, la même quantité de phoſphore brûlée dans un grand

récipient, absorba 28 pouces cubiques d'air. Deux autres grains de phosphore, après leur combustion, lui donnèrent 3 grains d'une liqueur acide.

Il résulte donc, des expériences de Hales, que non-seulement le phosphore, en brûlant, perd son principe inflammable, mais absorbe de l'air, & que le résidu a augmenté de poids.

J'ai fait passer 3 grains de phosphore dans une cloche qui contenoit 12 pouces d'air pur & qui reposoit sur le mercure. Je l'ai enflammé avec une verge de fer échauffée. Il a brûlé avec une grande vivacité. Il y a eu 8 pouces $\frac{1}{4}$ d'air absorbés, & la cloche étoit revêtue de flacons lanugineux, une partie étoit tombée sur le mercure ; c'étoit l'acide phosphorique concret. J'ai fait passer sous la même cloche 12 pouces d'air pur. L'acide est tombé en liqueur, & un pouce d'air a été absorbé.

On ne peut ramasser cet acide assez exactement pour le peser. Mais nous avons vu que M. Fontana ayant brûlé du phosphore dans des vaisseaux fermés, a obtenu un acide dont le poids égaloit celui du phosphore & de l'air absorbé.

J'ai fait brûler 24 grains de phosphore à l'air libre, j'ai obtenu une liqueur qui pesoit 61 grains. On a calculé qu'une portion de phosphore absorbe environ 2,60 d'air pur. Mais il

y a aussi une portion de la liqueur qui demeure adhérente aux vaisseaux.

Cette combustion a fait naître les mêmes difficultés que celle du soufre. Je soutiens, avec les partisans de Stahl, que le phosphore n'est autre chose que l'acide phosphorique saturé d'air inflammable. Cet air inflammable, brûlant avec une portion d'air pur, il se dégage une grande quantité d'eau, qui étend l'acide phosphorique qu'on obtient de cette combustion. Mais une autre portion d'air pur s'unit & se combine pour faire disparoître l'excès d'air inflammable qui y demeure, & c'est lui qui donne cet excès de poids que présente la combustion du phosphore.

M. Lavoisier regarde au contraire le phosphore, ainsi que le soufre, comme une substance simple & non décomposée. Ayant fait brûler 2 gros 10 grains de phosphore, sous une grande cloche qui communiquoit par sa partie inférieure avec l'air, il a obtenu 6 onces 7 gros 69 grains $\frac{1}{2}$ d'une liqueur acide, qu'il a mis dans une petite fiole. Il a ensuite rempli la même fiole d'eau distillée, & le poids ne s'est trouvé que de 6 onces 4 gros 42 grains. Donc l'acide pesoit 3 gros 27 grains de plus que l'eau. Cependant il n'avoit employé que 2 gros 10 grains de phosphore. Il y a donc eu ab-

ſorption & combinaiſon d'un gros 17 grains d'une matière quelconque, qui ne peut être que l'air pur.

Ce ſont, comme l'on voit, les mêmes objections que pour la combuſtion du ſoufre, & la formation de l'acide vitriolique. Ainſi je vais rapporter ſuccinctement les faits qui accompagnent la combuſtion de phoſphore, qui ſont les mêmes que ceux de la combuſtion du ſoufre.

1°. J'ai fait voir qu'il n'y a point de combuſtion ſans air inflammable, & que la matière de la chaleur, qui ſe dégage de l'air pur, ne produit jamais ſeule de la flamme. Or, la combuſtion du phoſphore eſt accompagnée d'une grande flamme. Donc il contient un principe inflammable.

2°. Il ſe dégage un véritable air inflammable des combinaiſons du phoſphore avec les chaux, les alkalis, &c. Or, j'ai démontré que cet air inflammable ne peut venir de la décompoſition de l'eau.

3°. Le phoſphore révivifie les chaux métalliques, comme l'ont fait voir MM. de Bullion, Sage, Pelletier, &c. Or, je prouverai que cette révivification ne peut s'opérer que par l'air inflammable.

4°. En verſant de l'acide nitreux ſur du

phoſphore dans une cornue, & chauffant légèrement, il y a dégagement d'une grande quantité d'air nitreux, & on obtient de l'acide phoſphorique, comme l'ont fait voir MM. Lavoiſier & Chaptal. Or, j'ai prouvé qu'il n'y avoit jamais dégagement d'air nitreux que des corps qui contenoient de l'air inflammable.

5°. L'acide phoſphorique renfermé ſous une cloche avec l'air inflammable & expoſé à la chaleur, il y a abſorption d'air & production de phoſphore, comme l'a prouvé M. Prieſtley.

J'ai verſé de l'acide phoſphorique dans une cornue pleine d'air inflammable, & je l'ai expoſé ſur le feu. Il s'eſt formé un vrai phoſphore qui s'eſt ſublimé au col de la cornue.

6°. Cet acide phoſphorique mis dans une cornue & expoſé au feu paſſe à l'état de verre qui n'eſt plus acide, ni phoſphore. Nous en parlerons ailleurs.

7°. Dans la combuſtion du phoſphore, il y a une grande quantité d'eau produite. Or cette eau ne peut venir que de la combuſtion de l'air inflammable contenu dans le phoſphore avec l'air pur.

Néanmoins tout l'air pur ne paroît pas brûler avec l'air inflammable. Car il y a une augmentation de poids dans l'acide obtenu, qui ſuppoſe qu'une partie de l'air pur s'eſt com-

binée dans cet acide, comme dans l'acide vitriolique.

Il paroît par tout ce que nous venons de dire ſur la combuſtion du ſoufre & du phoſphore, qu'il y a une abſorption plus ou moins conſidérable d'air pur, & une véritable augmentation de poids. Ce ſont les mêmes phénomènes que nous a préſentés la combuſtion des huiles, du ſucre, & que nous préſentera la calcination des métaux. C'eſt auſſi la même explication.

1°. L'air inflammable de la cire, du ſucre, du ſoufre, du phoſphore, des métaux, brûle avec une partie d'air pur, & donne l'eau qui ſe retrouve dans toutes ces opérations.

2°. Une portion de l'air pur ſe combine avec les nouveaux compoſés. Nous avons vu que dans la combuſtion du ſoufre on n'a qu'un acide très-foible, qui eſt l'acide ſulfureux. Si on met cet acide ſur un bain de mercure, & qu'on y faſſe paſſer de l'air pur, cet air eſt abſorbé, & l'acide ſulfureux paſſe à l'état d'acide vitriolique. Mais l'un & l'autre ſont étendus d'une grande quantité d'eau. En les diſtillant, on les dépouille de cette eau ſurabondante, & les acides ſe concentrent.

La même choſe a lieu pour l'acide phoſphorique. Il eſt auſſi étendu de beaucoup d'eau

dont on peut le dépouiller par la diſtillation.

Mais on auroit tort de conclure que l'acide phoſphorique ne ſe trouve pas tout entier dans le phoſphore, l'acide vitriolique dans le ſoufre, l'acide arſenical dans l'arſenic, &c. Ils y ſont combinés avec l'air inflammable. Le ſoufre, le phoſphore, les métaux, &c. doivent être abſolument comparés au ſucre, aux réſines, &c.

Lorſqu'on diſtille du ſucre, du benzoin, &c. dans une cornue pleine d'eau, & dont le bec plonge ſous le mercure, il ſe dégage une grande quantité de différens airs, ſur-tout d'air inflammable, & on obtient des acides libres, mais encore chargés de principe inflammable; ces acides étoient donc combinés avec ce principe inflammable dans le ſucre, le benzoin, &c. En les diſtillant une ſeconde fois toujours dans les vaiſſeaux fermés, il ſe dégage encore de l'air inflammable, & ces acides deviennent plus purs & plus forts. M. Scrickel en diſtillant ainſi pluſieurs fois le ſucre, a obtenu un acide à peu près auſſi fort que l'acide ſaccharin. Ces acides, dans la première diſtillation, étoient encore ſurchargés du principe inflammable, comme l'eſt l'acide ſulfureux. Mais comme cet air inflammable leur eſt moins adhérent qu'à l'acide ſulfureux & au ſoufre, la ſimple chaleur les en dégage ſans le concours

de

de l'air pur ; au lieu que dans le soufre & le phosphore, il faut ce concours de l'air pur.

Ces expérience prouvent donc qu'on peut avoir des acides sans le concours de l'air pur. Cette vérité est encore établie par tous les autres faits que nous venons de rapporter. Ainsi on ne peut soutenir ni la seconde, ni la troisième opinion dans lesquelles on prétend que les acides n'existent pas dans ces substances ; mais qu'il faut absolument l'air pur pour les faire paroître. Elles établissent encore que l'air inflammable est dans le soufre, le phosphore, &c. L'expérience suivante le confirme de même.

Lorsqu'on traite toutes ces substances par l'acide nitreux, elles présentent les mêmes phénomènes. De l'acide nitreux versé sur du sucre en dégage par le moyen de la chaleur de l'air nitreux mêlé d'une portion d'air acide, parce qu'il y a une portion du sucre décomposée ; & on a l'acide saccharin. Le soufre & le phosphore, traités de même par l'acide nitreux, on a beaucoup d'air nitreux, & il reste de l'acide vitriolique & de l'acide phosphorique. Dans toutes ces opérations, l'acide nitreux est décomposé. Une portion s'unissant à l'air inflammable du sucre, du succin, du soufre, du phosphore, &c. forme l'air nitreux ; tandis qu'une autre partie de son air pur se combine dans les nouveaux acides.

Mais cet air pur ne ſert ici qu'à faire diſparoître la portion du principe inflammable qui ſe trouve encore dans ces acides.

L'air pur dans la combuſtion du ſoufre, du phoſphore, ſert également à dégager par de doubles affinités, l'air inflammable trop adhérent à l'acide. Cet air brûle avec une portion d'air pur, comme il a coutume de faire, & ſe trouve ainſi dégagé de l'acide. C'eſt ce que ne peut pas opérer le feu ſeul. Mais les alkalis, la chaux, l'eau à l'état d'incandeſcence, &c. produiſent le même effet. Recherchons maintenant quels ſont les principes des acides vitriolique & phoſphorique.

L'acide marin combiné avec l'alkali volatil, ou le ſel marin ammoniacal diſtillé avec l'acide vitriolique ſe ſurcharge d'air pur. En diſtillant des ſels vitrioliques dans les vaiſſeaux fermés, une partie de l'acide eſt décompoſée, & on obtient de l'air pur. Cet air paroît venir de l'acide vitriolique.

L'acide ſulfureux devient acide vitriolique, en abſorbant de l'air pur, c'eſt-à-dire, que l'acide vitriolique eſt l'acide ſulfureux, plus l'air pur. Or, l'acide ſulfureux contient de l'air inflammable, qui par conſéquent doit ſe retrouver dans l'acide vitriolique.

Cet acide contient auſſi beaucoup de cha-

leur. Suivant les tables que nous avons rapportées, sa chaleur spécifique n'est que 0,758, tandis que celle de l'eau est 1,000. Mais indépendamment de cette chaleur spécifique, il contient une grande quantité de chaleur combinée. C'est à cette chaleur que j'attribue sa grande activité, qui brûle comme le feu.

Plusieurs Chimistes nient que les acides contiennent une certaine quantité de chaleur. Ils prétendent qu'ils en ont moins que l'eau. Lorsqu'on verse, disent-ils, de l'acide vitriolique dans l'eau, la grande chaleur qui s'excite dans le mêlange vient de l'eau, & non point de l'acide.

Cette assertion me paroît peu fondée. Car suivant les mêmes Chimistes, les huiles ne contiennent point d'eau, & leur chaleur spécifique est moindre que celle de l'acide vitriolique. Car celle de l'huile d'olives n'est que 0,710; celle de l'huile de lin 0,528; celle de l'huile de térébenthine 0,472. Cependant lorsqu'on verse sur ces huiles un acide vitriolique concentré, la chaleur est si forte que l'huile est réduite en charbon, & si on y ajoute un peu d'acide nitreux fumant, le mêlange s'enflamme. Cependant, la chaleur spécifique de l'acide nitreux fumant, est encore moindre que celle de l'acide vitriolique, puisqu'elle n'est estimée que 0,576.

Nous pouvons appliquer les mêmes réflexions aux autres ſubſtances que les acides peuvent attaquer. La chaux vive, par exemple, n'a, ſuivant les tables, que 0,216 de chaleur. Cependant, en y verſant de l'acide vitriolique, il s'y excite une très-vive chaleur, ſupérieure à celle que prend le même acide verſé dans l'eau.

M. Weſtrumb ayant verſé de l'acide vitriolique ſur de la magnéſie calcinée, la chaleur fut aſſez forte pour donner des étincelles & une lumière vive.

Enfin le mercure, qui, ſuivant les tables, n'a que 0,033 de chaleur ſpécifique; le plomb, qui n'en a que 0,050, & ſur-tout l'étain, qui n'en a que 0,068, diſſous dans l'acide nitreux, donnent une très-grande chaleur. Cette chaleur eſt donc indépendante de la chaleur ſpécifique.

Il faut donc bien diſtinguer, comme nous l'avons fait ailleurs, la chaleur combinée ou cauſticon de la chaleur ſpécifique, ainſi que l'humidité ſpécifique d'un corps eſt bien différente de ſon eau combinée, ou de ſon eau principe; les acides peuvent avoir peu de chaleur ſpécifique, mais ont beaucoup de chaleur combinée, & c'eſt à cette chaleur, ainſi que nous l'avons dit, qu'eſt due leur grande acti-

vité. Car la matière du feu eſt le corps le plus actif de la nature ; & certainement elle doit être le principe de l'énergie des ſubſtances ſalines.

Il reſte maintenant à rechercher ſi tout l'air pur abſorbé dans la combuſtion du ſoufre & par l'acide ſulfureux, lequel il faut bien diſtinguer de celui qui s'eſt uni avec leur air inflammable, s'eſt changé en matière de la chaleur comme le prétendent Schéele & Bergman, ou en air acide, comme le veut M. Senebier, ou enfin eſt demeuré air pur, comme le croit M. Lavoiſier.

Il ne paroît pas qu'il y ſoit ſeulement ſous forme de matière de la chaleur. Car nous avons vu que la chaleur n'a pas un poids ſenſible, & que par conſéquent elle contient très-peu d'air pur. Or cependant, ici l'air pur a donné une augmentation conſidérable de poids. Il faut donc qu'il y ſoit ſous une autre forme.

L'air pur & la chaleur ſe trouvent l'un & l'autre dans les acides, mais non pas à l'état de la chaleur ordinaire.

Il eſt plus difficile de décider ſi cet air y eſt comme air acide. Car le principe de la chaleur ſe trouvant dans les acides, pourroit bien le changer en air acide. Cependant ſans nier qu'il y ait de l'air acide dans ces ſubſ-

tances, je crois que l'air pur y eſt auſſi. C'eſt ce que nous examinerons ailleurs.

Enfin, il n'y a jamais d'acide vitriolique ſans eau; celui qui eſt très-concentré en contient moins que l'autre, mais il en contient toujours.

Nous pouvons donc aſſurer que l'acide vitriolique eſt composé, 1°. d'eau, 2°. du principe de la chaleur, 3°. d'air pur, 4°. d'air inflammable.

L'acide phoſphorique à la diſtillation ſe change en verre. Cependant, les phénomènes que le phoſphore préſente dans ſa combuſtion étant les mêmes que ceux qu'offre la combuſtion du ſoufre, on ne peut guère douter que l'acide phoſphorique ne ſoit composé comme l'acide vitriolique, 1°. d'air pur, 2°. d'air inflammable, 3°. du principe de la chaleur, 4°. d'eau.

Mais l'acide vitriolique & l'acide phoſphorique ne contiennent-ils pas auſſi de l'air impur & peut-être de l'air acide? Quoique nous n'ayons point de faits qui le prouvent directement, il n'eſt cependant guère poſſible d'en douter.

Car le ſoufre eſt formé journellement dans des ſubſtances où il n'exiſtoit pas. Il y en a de produit dans les cloaques, dans les foſſes d'aiſance, &c. Il s'en forme auſſi dans les plantes, il ſe reproduit également chez les animaux.

Le lait, le blanc d'œufs en donnent ainsi que la suie. Dans tous ces cas, le soufre ne peut être apporté du dehors. Il n'existe point dans la terre. C'est donc un produit nouveau. On pourroit répondre, il est vrai, qu'il tire son origine de l'acide vitriolique, qui est si commun dans la nature. Mais cela ne peut pas se dire de l'acide phosphorique.

Celui-ci se trouve en grande quantité chez les végétaux, dans leur substance glutineuse & sur-tout chez les animaux. Or, cet acide n'est jamais ni dans les terres végétales ordinaires, ni dans l'eau, ni dans l'air. Il est donc un produit nouveau. On peut regarder cela comme démontré.

On pourroit peut-être objecter que cet acide est plus commun dans le règne minéral qu'on ne l'avoit cru, puisque M. Galin, M. de Laumont & moi, l'avons démontré dans plusieurs mines de plomb, qu'il est reconnu qu'il existe dans plusieurs mines de fer, dans les os & les coquilles fossiles, &c. &c. Je pourrois répondre que tout cet acide vient du débris des matières animales; ce qui est certain. Mais, d'où qu'il vienne, il est prouvé que les terres végétales ordinaires ne contiennent ni acide phosphorique ni phosphore. Il ne se trouve pas non plus dans les eaux. Il faut donc qu'il soit pro-

duit chez les végétaux. Il passe ensuite chez les animaux, dont les forces vitales peuvent aussi vraisemblablement en former. Or, nous avons vu que la nature produit chez le végétal & l'animal toutes les substances salines par le concours des différens airs, de l'eau, de la lumière, du fluide électrique, & du principe de la chaleur. Ce seront donc les principes du phosphore & de l'acide phosphorique.

Le soufre & l'acide vitriolique sont produits de même ; car l'air qui se dégage des cloaques, des fosses d'aisance, &c. est un air putride animal, qui est composé d'air inflammable, d'air acide, d'air impur, d'air ammoniacal, &c. Ce seront donc ces airs réunis, & combinés avec l'eau & le principe de la chaleur, qui formeront le soufre ou l'acide vitriolique, ainsi qu'ils forment l'acide nitreux, l'acide marin, &c.

Ces faits présentent une observation assez singulière, c'est que le soufre ou l'acide vitriolique, le phosphore ou l'acide phosphorique, ne se produisent que dans les substances où il y a de l'alkali ammoniacal de formé, au moins où s'en trouvent les principes, comme dans les plantes crucifères, la matière glutineuse, les parties animales, la suie, &c. Or il entre une grande quantité d'air impur dans

l'akali ammoniacal, & dans toutes ces ſubſtances. Cet air doit donc auſſi ſe retrouver dans les acides vitriolique & phoſphorique.

Seroient-ce quelques-uns des acides végétaux, ſoit celui des corps ſucrés, ſoit ceux des huiles eſſentielles ou ineſſentielles qui ſe ſeroient changés en acide phoſphorique dans la ſubſtance glutineuſe ? Cela ſe pourroit. Néanmoins nous n'avons point de faits pour nous autoriſer à le penſer.

Mais examinons les raiſons qu'on apporte contre les faits que nous venons d'établir.

On convient que dans la combuſtion du ſoufre & du phoſphore il y a toujours de l'eau. Mais cette eau, aſſure-t-on, vient uniquement de celle qui étoit contenue dans l'air, & ſi on avoit un air pur entièrement dépouillé d'eau, l'acide obtenu ſeroit parfaitement ſec. Lorſqu'on fait brûler du phoſphore ſous une cloche pleine d'air pur ſur le mercure, il s'élève une fumée blanche, épaiſſe, & il ſe dépoſe aux parois de la cloche & ſur le mercure, une matière flocconeuſe, qui eſt l'acide phoſphorique concret. Il attire enſuite l'humidité & ſe réſout en eau dès qu'il a le contact de l'atmoſphère.

Je réponds que quoique l'acide ſoit ſous forme concrète, on ne peut pas dire qu'il ne

contienne point d'eau. On obtient bien auſſi l'acide vitriolique concret, comme l'a fait voir M. Baldaſſari. J'ai auſſi ſouvent obſervé qu'au goulot extérieur des flacons où eſt contenu cet acide, il s'y trouve dans les tems ſecs une pouſſière blanche ou criſtalliſation très-acide, qui paroît être l'acide même à l'état concret. Enfin, on a pluſieurs procédés pour avoir l'acide vitriolique à l'état concret. Or, on ne dira certainement pas que ces criſtaux ne contiennent pas de l'eau.

C'eſt comme ſi on ſoutenoit que les ſels criſtalliſés, tels que les criſtaux de ſoude & tous les ſels neutres, ne contiennent point d'eau. On doit donc avouer que cet acide concret contient de l'eau, quoique pas en auſſi grande quantité que celui qui eſt ſous forme liquide. Il reſteroit donc à prouver que cette eau étoit toute dans l'air pur. Je penſe, au contraire, qu'elle vient de la combuſtion de l'air inflammable & de l'air pur. Ce que nous venons de dire du phoſphore doit s'appliquer au ſoufre.

On dit, en ſecond lieu, dans ces combuſtions du ſoufre & du phoſphore, il y a une augmentation de poids correſpondante à celui de l'air pur abſorbé. Donc cet air doit ſe retrouver dans les nouveaux produits.

Auſſi conviens-je qu'il y eſt, ſoit ſous forme d'eau, ſoit ſous forme d'air. Mais on ne me prouve pas qu'il n'y eſt que ſous forme d'air.

Troiſièmement on ſoutient que le ſoufre & le phoſphore ſont des êtres ſimples non décompoſés. Ce que nous avons déjà dit fait voir que cette prétention eſt inſoutenable. D'où viendroit le phoſphore qui conſtitue l'acide de la ſubſtance glutineuſe des végétaux ? Je viens de démontrer qu'il ne ſe trouve ni dans la terre végétale, ni dans l'eau, ni dans l'air. Il faut donc reconnoître qu'il eſt un produit nouveau, & que par conſéquent ce n'eſt point un être ſimple. Effectivement, cet acide ſe décompoſe dans la putréfaction de la partie glutineuſe végétale, & des matières animales, comme nous l'avons vu.

Or ſi le ſoufre, le phoſphore, &c. ne ſont pas des êtres ſimples, comment prouvera-t-on qu'ils ne contiennent pas le même principe inflammable, ſemblable à celui des huiles du ſucre, &c. c'eſt-à-dire, l'air inflammable, puiſque d'ailleurs ils préſentent abſolument les mêmes phénomènes que ces ſubſtances.

On objecte enfin que lorſqu'on traite les acides vitriolique & phoſphorique avec les corps combuſtibles, ils ne paſſent à l'état de ſoufre & de phoſphore, qu'en perdant leur air

pur qui se brûle & se combine avec ces nouvelles substances. Il forme de l'eau avec l'air inflammable, de l'air acide avec le charbon, de l'eau & de l'air acide avec les huiles, &c. La même chose a lieu lorsqu'on dissout les substances métalliques. Si on emploie un acide vitriolique concentré, une partie de l'acide est décomposée, elle fournit son air pur au métal qui est réduit en chaux & l'acide passe à l'état d'acide sulfureux & de soufre.

Je conviens qu'on pourroit dire que l'air inflammable brûlant avec l'air pur de l'acide vitriolique fournit de l'eau. Mais rien ne prouve que cela soit, & que l'air inflammable ne se combine pas réellement avec l'acide; au contraire, les faits rapportés démontrent que cette combinaison a réellement lieu.

Car l'acide vitriolique ne donne jamais d'air pur seul, & l'air inflammable & l'air pur ne donnent de l'eau que dans leur combustion. Or, dans toutes les opérations dont nous avons parlé, l'acide vitriolique mêlé avec l'huile, le sucre, &c. & autres corps où on admet l'air inflammable, passe à l'état d'acide sulfureux, à une chaleur qui ne sauroit dégager de l'air pur de l'acide vitriolique, & bien éloignée de pouvoir opérer la combustion, & il n'y a point de dégagement d'air inflammable. Qu'est donc

devenu cet air inflammable ? Il faut donc qu'il se retrouve dans l'acide sulfureux & le soufre, ainsi qu'il se retrouve dans l'air nitreux.

M. Priestley ayant enfermé de l'acide sulfureux dans un tube scellé hermétiquement & l'ayant exposé long-tems à la chaleur, a observé qu'il y avoit eu une absorption d'air & production de soufre, mais seulement au bout de 15 jours ou un mois.

L'acide phosphorique lui a présenté les mêmes résultats. En ayant renfermé dans un tuyau scellé hermétiquement, & l'ayant exposé à la chaleur, il apperçut au bout d'un certain tems des traits de lumière qui annonçoient une combustion de phosphore; & effectivement, il resta sur le tube une matière orangée, semblable à celle que laisse le phosphore après sa combustion.

Dans ces deux expériences, il y a eu absorption d'air, formation de soufre & de phosphore, par le moyen de la chaleur. Nos adversaires ne peuvent pas dire que ce soient les acides vitriolique & phosphorique qui se soient décomposés & aient abandonné leur air pur, puisque pour lors il n'y auroit pas absorption, mais production & dégagement d'air. Ils ne peuvent pas non plus soutenir que ce soufre & ce phosphore étoient contenus dans les acides

ſulfureux & phoſphorique. Car autrement, dès les premiers momens, le ſoufre & le phoſphore euſſent été volatiliſés, & auroient brûlé. Ce ſont donc des produits nouveaux. Ici, l'air inflammable a été formé par une portion d'air pur & de la matière de la chaleur. Ces expériences ſont démonſtratives.

Au reſte, quand même les acides vitriolique & phoſphorique perdroient une portion d'air pur, en ſe changeant en ſoufre & en phoſphore, & que par conſéquent ce ſoufre & ce phoſphore ne pourroient redevenir acides, qu'en abſorbant la même quantité d'air pur, en même tems qu'ils abandonneroient leur principe inflammable ; cela ne prouveroit rien contre mon opinion. On ne pourroit pas dire pour cela que le ſoufre & le phoſphore ſont des êtres ſimples, ſans principe inflammable. Ce ſeroient toujours des composés qui auroient perdu une partie d'un de leurs principes, ainſi que l'air nitreux eſt bien un composé, mais qui ne peut devenir acide qu'en ſe combinant avec l'air pur. Nous reviendrons ailleurs ſur cette matière.

DE L'ACIDE SULFUREUX A L'ÉTAT AÉRIFORME,

(ou *De l'Air Acide sulfureux*).

M. Priestley ayant obtenu l'air acide marin, c'est-à-dire, ayant fait passer l'acide marin à l'état aériforme, chercha ensuite à réduire tous les acides au même état. Après différentes tentatives, il parvint à avoir de l'air acide vitriolique, ou plutôt acide sulfureux; c'est-à-dire, à contenir sur le mercure l'acide sulfureux à l'état aériforme. Voici son procédé.

Il mit de l'acide vitriolique dans une fiole, & y ajouta une matière quelconque, qui peut fournir de l'air inflammable; l'huile d'olives, le charbon, &c. lui ont également réussi. Ayant adapté à sa fiole un tube avec l'appareil pneumato-chimique au mercure; il la fit chauffer au feu de lampe. Dès que la chaleur fut assez considérable pour que l'acide pût réagir sur l'huile, &c. il se dégagea une grande quantité de vapeurs aériformes qui pasèrent dans la cloche avec rapidité. Les vaisseaux pourroient même être brisés, si on ne modéroit pas la

chaleur. Cet air se soutient constamment sur le mercure. Mais dès qu'on introduit de l'eau dans la cloche, il se condense & il est tout absorbé, pourvu qu'on ait eu la précaution de ne pas laisser passer sous la cloche l'air des vaisseaux, & celui qui pourroit être contenu dans la cire, l'huile ou le charbon. Il est même difficile que ces deux substances, en se décomposant, ne fournissent toujours une certaine quantité d'air qui ne se combinera pas avec l'acide, mais qu'il faut bien distinguer de l'air acide sulfureux. Aussi peut-on l'obtenir plus pur par d'autres procédés.

Nous avons vu que l'acide vitriolique ne dégage pas de l'air inflammable de tous les métaux qu'il dissout, il n'y a que ceux sur lesquels il excerce une action vive, tels que le fer, le zinc, &c. qui pour lors laissent échapper leur air inflammable. Mais ceux qu'il attaque difficilement & seulement avec le secours de la chaleur, tels que le mercure, le plomb, l'étain, le bismuth, &c. ne donnent point d'air inflammable. On n'obtient que de l'air acide sulfureux, & quelquefois du soufre. Cet air acide sulfureux est plus pur que celui qu'on obtient par l'huile ou le charbon, & il n'est ordinairement mêlé d'aucune substance étrangère.

Néanmoins

Néanmoins le moyen d'avoir l'air acide sulfureux le plus pur, est d'employer les sels sulfureux, tel que celui de natron ou celui de potasse. J'ai mis du vitriol sulfureux de natron dans une fiole, & ai versé dessus de l'acide vitriolique. Il s'est dégagé un air acide sulfureux très-pur, qui a été tout absorbé par l'eau.

Cet air acide sulfureux n'est autre chose que l'acide sulfureux volatil. Mais on n'avoit pas pensé avant M. Priestley, à le renfermer dans des vaisseaux. Les anciens Chimistes cherchoient seulement à le condenser sous forme de liqueur, & ils l'obtenoient par la combustion du soufre qui en donne une très-grande quantité.

Stahl, qui avoit fait de si grands travaux sur le soufre avoit examiné les combinaisons de l'acide sulfureux. Il avoit vu qu'il se décomposoit facilement à l'air, qu'il perdoit cet excès de ce qu'il appeloit le phlogiston qui est l'air inflammable, & se changeoit en acide vitriolique. Mais il n'avoit pas observé qu'en même tems il y avoit absorption d'air pur, comme je l'ai fait voir.

L'acide sulfureux n'est donc qu'une combinaison de l'acide vitriolique avec l'air inflammable. Effectivement, on ne fait passer l'acide vitriolique à l'état d'acide sulfureux que par

l'intermède des corps qui contiennent de l'air inflammable, tels que le ſucre, les huiles, les métaux, &c. Ces deux ſubſtances, l'air inflammable & l'acide vitriolique, ſe combinent & forment l'air acide ſulfureux.

On peut même obtenir cet air en combinant directement l'acide vitriolique & l'air inflammable, comme je l'ai fait en faiſant chauffer l'acide vitriolique dans une cornue qui contient de l'air inflammable.

Celui qu'on obtient par la combuſtion du ſoufre doit ſon origine à la même cauſe. Car le ſoufre ne brûle que par ſon air inflammable. Il en demeure toujours une portion unie à l'acide vitriolique, & qui le change en acide ſulfureux.

L'acide vitriolique eſt très-fixe par lui-même. C'eſt donc l'air inflammable qui lui donne cette grande volatilité. Mais il lui ôte en même tems une partie de ſon activité. Car l'acide ſulfureux eſt un acide très-foible.

L'air acide ſulfureux eſt mortel pour tous les animaux. Il tue même les inſectes qui peuvent reſpirer impunément l'air putride, lequel eſt mêlangé d'air acide & d'air impur.

La combuſtion ne peut également ſe ſoutenir dans cet air. Une bougie allumée qu'on y plonge s'y éteint auſſi-tôt.

L'air acide ſulfureux n'eſt donc point l'acide vitriolique pur à l'état aériforme. C'eſt une combinaiſon de l'acide vitriolique avec l'air inflammable. C'eſt pourquoi je lui ôte le nom d'air acide vitriolique, que lui a donné M. Prieſtley, & que je lui avois conſervé dans la première édition de cet Ouvrage, pour lui donner celui d'air acide ſulfureux.

Mais, pour avoir de l'air acide vitriolique pur, il faudroit recevoir, à l'appareil au mercure, la vapeur de l'acide vitriolique très-pur. Cet acide ſe volatiliſe à un certain degré de feu, & paſſe à l'état de vapeurs. C'eſt le vrai acide vitriolique à l'état aériforme. Mais cette vapeur ſe condenſe promptement, & ne peut ſe ſoutenir à cet état ſur le mercure.

Pluſieurs Chimiſtes penſent que l'air acide ſulfureux eſt un acide vitriolique qui tient du ſoufre en diſſolution. Mais ce ſentiment ne peut ſe ſoutenir, puiſqu'il eſt prouvé que l'acide ſulfureux paſſe à l'état d'acide vitriolique en abſorbant de l'air pur. Il faudroit donc dire que le ſoufre a diſparu, & ſe combinant avec l'air pur a formé de l'acide vitriolique. Or nous ſavons que le ſoufre ne ſe combine point avec l'air pur ſans combuſtion. Ainſi on ne peut donc dire que le ſoufre exiſte dans l'acide ſulfureux. D'ailleurs, M. Prieſtley a tenu à une

affez grande chaleur l'acide fulfureux fermé hermétiquement dans un tube. Il y a eu abforption d'air, & il n'a paru du foufre qu'au bout de 15 jours. Je regarde ce foufre comme un produit nouveau.

Nous avons également vu que l'acide marin avec excès d'air pur, en fe combinant avec les corps qui contiennent de l'air inflammable, tels que l'efprit-de-vin, le fer, &c. n'en dégage point d'air inflammable, & paffe à l'état d'acide marin ordinaire. Son excès d'air pur fe combine donc avec l'air inflammable de ces fubftances. La même chofe a lieu pour l'acide fulfureux. Son excès d'air inflammable fe combine avec l'air pur, & il paffe à l'état d'acide vitriolique.



DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE AVEC EXCÈS D'AIR INFLAMMABLE A L'ÉTAT AÉRIFORME,

(ou *De l'Air Acide Phosphorique avec excès d'air inflammable*).

EN distillant le phosphore, il passe toujours une portion d'acide phosphorique fumant, & qui est à l'acide phosphorique ce qu'est l'acide sulfureux à l'état d'acide vitriolique. On pourroit le contenir sur le mercure à l'état aériforme. Mais il passe en même tems d'autres airs, ce qui empêche de pouvoir l'apprécier.

Cet acide phosphorique surchargé d'air inflammable a fait naître les mêmes difficultés que l'acide sulfureux. Plusieurs Chimistes pensent que c'est l'acide phosphorique contenant une portion de phosphore non décomposée. Mais nous avons vu que cette opinion ne peut se soutenir pour l'acide sulfureux, ainsi la même chose a lieu relativement à celui-ci.

L'acide phosphorique lui-même est aussi volatil. J'ai mis dans une cornue de l'acide phosphorique, obtenu par une combustion lente,

& j'ai distillé. Il a passé une grande partie de l'acide, qui par conséquent a été réduit en vapeurs. Mais ces vapeurs, comme celles de l'acide vitriolique, exigent une grande chaleur. Autrement, elles se condensent aussi-tôt.



DE L'ACIDE NITREUX.

IL n'y a aucun doute que cet acide ne soit produit par la combinaison de l'air pur & de l'air nitreux, puisqu'en mêlant ces deux airs, ils sont presque entièrement absorbés, & leur résidu est l'acide nitreux. Nous avons traité assez au long de ces deux airs, pour que nous ne soyons pas obligés d'y revenir. Nous rappellerons seulement que nous avons prouvé que cet acide contient 1°. de l'air pur, 2°. de l'air inflammable, 3°. de l'air impur, 4°. vraisemblablement de l'air acide, 5°. le principe de la chaleur, 6°. de l'eau.

M. Cavendish croit que l'air nitreux est seulement composé d'air impur & d'air pur. Son sentiment a été adopté par M. Lavoisier; mais avec quelques modifications. Suivant M. Cavendish, l'air impur est l'acide nitreux à l'état de soufre, ou surchargé du principe inflammable. L'air pur se combinant avec lui opère la même chose que lorsqu'il se combine avec le soufre.

M. Lavoisier regarde au contraire l'air impur comme un être simple, qui, combiné avec l'air pur, forme l'air nitreux. Mais j'ai fait voir

que l'air impur, 1°. n'eſt point un être ſimple, puiſqu'il ſe décompoſe continuellement, & que tous les autres airs peuvent être changés en air impur; 2°. on ne peut par conſéquent dire que cet air impur ſoit l'acide nitreux ſurchargé d'air inflammable ou du principe inflammable.

L'acide nitreux peut, comme les autres acides, ſe préſenter ſous des formes différentes; 1°. il y en a de blanc, qui paroît être l'acide nitreux pur; 2°. d'autres fois il eſt coloré & rutilant. Celui-ci eſt appelé phlogiſtiqué, & a moins d'énergie que l'autre, comme nous allons le voir.



DE L'ACIDE NITREUX AVEC EXCÈS D'AIR NITREUX A L'ÉTAT AÉRIFORME,

(ou *De l'Air Acide Nitreux*).

DANS les flacons qui contiennent de l'acide nitreux fumant, on apperçoit au-dessus de l'acide une vapeur très-rouge & très-volatile, qui ne se condense jamais. Cette vapeur est l'air dont nous parlons. Il ne faut pas la confondre avec l'air nitreux; celui-ci, lorsqu'il est pur, n'a aucune acidité, est sans couleur, & il ne se colore que lorsqu'on le mêle avec l'air pur. Il devient pour lors acide nitreux à l'état aériforme, ou air acide nitreux.

Car lorsqu'on mêle l'air pur & l'air nitreux bien secs dans de grands ballons, bien desséchés exactement, ils se combinent & donnent une rosée acide; mais la vapeur se soutient long-tems à cet état de rougeur, ou plutôt de rutilation sans se condenser. C'est notre air acide nitreux. M. Priestley est le premier qui ait bien connu cette vapeur acide nitreuse.

Le procédé qui m'a le mieux réussi pour l'obtenir, est de mettre dans un petite cornue

ou dans une fiole du nitre bien desséché, & d'y verser de l'acide vitriolique; en chauffant légèrement la cornue, il se dégage des vapeurs rouges, qui sont l'acide aériforme dont nous parlons, qui est absorbé promptement par l'eau. Il ne diffère pas des autres acides. Mais il est plus difficile de l'obtenir parce que nous manquons de moyens pour le contenir. L'eau l'absorbe, & le mercure qui nous sert pour les autres airs acides, est dissous par celui-ci.

Cet air acide nitreux n'a pas d'autres propriétés que l'acide nitreux. Il attaque les mêmes substances que celui-ci, mais avec moins de force. Mélangé avec les autres airs, il exerce sur eux la même action que lorsqu'il est en liqueur. Ainsi il absorbe l'air nitreux en grande quantité, comme le fait l'acide nitreux, il n'altère pas l'air inflammable, &c.

L'air acide nitreux ne paroît pas cependant être l'acide nitreux pur. Car celui-ci dans sa plus grande pureté est parfaitement blanc, sans couleur, & n'est point fumant, quoiqu'il ait toujours cette odeur vive qui le distingue. Il est aussi beaucoup plus actif que l'acide nitreux fumant. Mais qu'est-ce qui le colore ainsi ?

Si on expose de l'acide nitreux blanc à la lumière du soleil, il se colore bientôt. Schéele a observé qu'il s'en dégageoit en même tems

de l'air pur. Mais cette quantité eſt très-petite. Car j'ai mis une livre de cet acide blanc dans un flacon contenant 2 livres avec l'appareil pneumato-chimique. L'acide s'eſt coloré, au bout de 12 heures qu'il a été expoſé au ſoleil, & il n'y a pas eu un demi-pouce d'air dégagé, lorſque les vaiſſeaux ont été ramenés à leur première température. La chaleur produit le même effet, mais plus lentement. Il faut remarquer que pour que cet acide ſe colore, le flacon ne doit pas être plein. Je penſe que c'eſt parce que pour lors il eſt réduit en vapeurs, & la combinaiſon de la lumière ou de la chaleur ſe fait beaucoup mieux qu'avec l'acide en liqueur.

Le procédé le plus prompt pour colorer l'acide nitreux blanc, eſt de lui faire abſorber l'air nitreux. Cet acide l'abſorbe en grande quantité, comme nous l'avons vu, & devient rutilant, quelquefois il prend la couleur verte, enſuite la bleue, & dans cet état, il exhale toujours des vapeurs rutilantes.

Lorſqu'on diſtille le nitre avec le vitriol de fer, la chaux d'arſenic, &c. on obtient auſſi un acide nitreux extrêmement rutilant & ſouvent coloré en bleu. C'eſt que cette opération eſt accompagnée d'un dégagement conſidérable d'air nitreux. L'acide nitreux qui paſſe abſorbe

de cet air, & en eſt coloré comme nous avons vu qu'il l'eſt toutes les fois qu'il abſorbe beaucoup d'air nitreux.

L'acide nitreux coloré & fumant eſt donc à l'acide nitreux ordinaire, ce qu'eſt l'acide ſulfureux à l'acide vitriolique; c'eſt-à-dire, qu'il eſt uni à une portion de la matière de la chaleur ou d'air inflammable. Ces deux ſubſtances ne s'uniſſent bien que lorſqu'elles ſont échauffées & réduites en vapeurs, comme nous l'avons déjà vu pour tous les autres acides. Car j'ai fait paſſer de l'air inflammable dans l'acide nitreux qui n'a pas été coloré. Mais lorſqu'il eſt réduit en vapeurs, & qu'il rencontre l'air inflammable, ils ſe combinent & il devient rutilant.

On pourroit peut-être dire que cette couleur n'eſt due qu'à un excès d'air nitreux. Mais l'air nitreux lui-même contient de l'air inflammable, comme je l'ai fait voir. Ainſi ceci confirme mon opinion.

C'eſt cet acide nitreux rutilant, qui donne l'air acide nitreux, & l'acide nitreux non coloré ne donne de l'air acide nitreux qu'en ſe colorant. Ce ſera donc cette portion d'air inflammable ou du principe de la chaleur, qui ſera capable de faire paſſer à l'état aériforme l'acide nitreux & de l'y ſoutenir. L'acide nitreux

blanc est certainement très-volatil, comme son odeur l'indique. Mais réduit en vapeurs, il se condense promptement par le froid, ainsi que les vapeurs de l'acide vitriolique, celles de l'eau, du mercure, &c. & il ne peut devenir vraiment air acide nitreux.

Mais comment agit ici le principe de la chaleur ? Il paroît que se combinant avec une portion d'air pur, il se change en air inflammable, puis en air nitreux.



DE L'ACIDE MARIN.

CET acide a été mis, par les anciens Chimistes, au troisième rang des acides minéraux, parce qu'ils pensoient que les acides vitriolique & nitreux avoient plus d'énergie que celui-ci. Mais aujourd'hui il est prouvé que si l'acide vitriolique décompose des sels marins, l'acide marin décompose de même un grand nombre de sels vitrioliques. Ainsi cette force des acides est relative & dépend des affinités particulières & souvent de doubles affinités.

La nature de l'acide marin est comme celle de tous les autres acides, enveloppée encore de grandes ténèbres. Beccher, qui admettoit un acide primitif, dont les modifications donnoient tous les autres acides, pensoit que c'étoit sa terre mercurielle qui changeoit l'acide universel en acide marin. Mais ni lui, ni ses sectateurs, n'ont pu prouver l'existence de cette terre mercurielle, qui aujourd'hui est regardée comme une supposition nullement fondée.

Les nouvelles découvertes nous ont donné des notions beaucoup plus justes sur la nature de cet acide. Il est produit dans les nitrières, comme l'acide nitreux par le concours de l'air

atmofphérique & de l'air putride. Il doit donc contenir, comme celui-ci, 1°. de l'air pur, 2°. de l'air inflammable, 3°. de l'air impur, 4°. peut-être de l'air acide, 5°. le principe de la chaleur, 6°. de l'eau. Il eft auffi formé par les mêmes principes chez les êtres organifés.

M. Lavoifier compofe cet acide comme tous les autres. Il admet un *principe muriatique*, qu'il regarde comme un être fimple non décompofé, lequel combiné avec l'air pur forme cet acide ; & s'il y a excès d'air pur, ce fera l'acide marin déphlogiftiqué, ou avec excès d'air pur. Mais ce que nous venons de dire démontre l'invraifemblance de cette hypothèfe. L'acide marin eft produit journellement dans les nitrières & chez les êtres organifés. D'où viendroit donc ce principe muriatique, cet être fimple? Il ne fe trouve ni dans l'air, ni dans l'eau, ni dans la terre. Il eft au contraire prouvé que cet acide eft formé comme l'acide nitreux, par le concours des différens airs.

Enfin, l'acide marin fe décompofe par la putréfaction, comme nous avons vu dans l'expérience de M. Parmentier ; mais nous allons établir la même vérité par des preuves plus directes.

L'immortel Schéele, en diftillant l'acide ma-

rin sur la chaux de manganèse, obtint un acide particulier, qu'il appela déphlogistiqué. L'acide marin ordinaire contient, suivant lui, du phlogistique, dont la chaux de manganèse s'empare.

Cet acide, que j'appellerai avec excès d'air pur, a des qualités bien différentes de celles de l'acide marin ordinaire. Il dissout l'or, la platine, ce que ne peut faire celui-ci. Il attaque aussi le mercure, tandis que l'acide marin ne le peut dissoudre, que lorsqu'il l'a déjà été par l'acide nitreux. Il exerce une action très-puissante sur les couleurs, dont il détruit la plupart. Sa saveur est plutôt acerbe qu'acide. Enfin on peut l'obtenir à l'état concret, même au milieu de l'eau, si celle-ci est au-dessous de +6 du thermomètre, & même à une température encore plus haute.

L'acide marin traité avec tous les corps qui peuvent lui fournir de l'air pur, acquiert les mêmes qualités. C'est pourquoi il dissout la plupart des chaux métalliques. Ainsi de l'acide marin versé sur les chaux de mercure, comme le *précipité per se*, le dissout & forme une espèce de sublimé corrosif, ou sel marin avec excès d'air pur. L'acide marin se trouve encore dans le même état, dans le beurre d'arsenic, d'antimoine, la liqueur fumante de libavius, &c.

qui

qui ne sont que des sels marins avec excès d'air pur.

Toutes les chaux métalliques dont on peut dégager de l'air pur, traitées avec l'acide marin, le font passer à l'état d'acide marin avec excès d'air pur. Schéele a observé que l'acide marin qui avoit bouilli sur le minium devenoit capable de dissoudre l'or, c'est-à-dire, passoit à l'état d'acide marin déphlogistiqué.

Le sel ammoniacal distillé avec l'acide vitriolique, on obtient aussi un acide capable de dissoudre la platine.

Ces dernières expériences éclairent sur la nature de l'acide marin avec excès d'air pur. Les chaux métalliques & particulièrement celles de manganèse, de mercure, de plomb, donnent une grande quantité d'air pur à la distillation. Il paroît donc que c'est cet air pur qui se combine avec l'acide marin ordinaire & le fait passer à ce nouvel état. Cet acide marin avec excès d'air pur traité avec les corps qui contiennent de l'air inflammable, se combine avec cet air, & redevient acide marin ordinaire. On a nié à tort cette expérience.

J'ai mis 10 onces de cet acide dans un vaisseau évasé, & l'ai recouvert d'une cloche pleine d'air inflammable. Au bout de 24 heures il y a eu absorption de deux pouces d'air in-

flammable, & l'acide avoit repris quelques-unes des qualités de l'acide marin, car il rougissoit le sirop de violettes.

Nous avons vu qu'en unissant cet acide avec l'esprit-de-vin qui contient une si grande quantité d'air inflammable, il n'y a point de dégagement d'air, & l'acide redevient acide marin ordinaire.

Si on jette du fer dans cet acide avec excès d'air pur, le fer est dissous sans dégagement d'air inflammable, & l'acide perd son excès d'air pur.

L'absorption d'air inflammable est bien plus considérable dans ces deux dernières expériences que dans la première. C'est une loi de la nature, que les combinaisons se font mieux de cette dernière manière que de la première. C'est par la même raison que si on fait passer de l'air pur dans l'acide marin ordinaire, il ne sera point changé en acide marin avec excès d'air pur. Il faut le distiller avec des corps qui contiennent de l'air pur. De même toutes les fois qu'on distillera des corps qui contiennent de l'air inflammable avec l'acide marin qui tient excès d'air pur, il reviendra acide marin ordinaire, & il n'y aura point d'air inflammable dégagé.

J'ai versé 3 onces d'acide marin avec excès

d'air pur dans une cornue de 30 pouces remplie d'air inflammable, & j'ai chauffé à une chaleur de 40 à 60 degrés. Il y a eu beaucoup d'acide volatilisé. Mais il en est demeuré qui étoit de l'acide marin ordinaire.

Il faut donc que dans la distillation de l'acide marin sur la chaux de manganèse, il se dégage outre l'air pur, un autre principe qui sert de moyen d'union entre l'air pur & l'acide. Or, nous n'en voyons point d'autre que le principe de la chaleur.

Ce même acide avec excès d'air pur exposé à l'air, perd son excès d'air pur qui lui est peu adhérent, & redevient acide marin ordinaire.

L'acide marin avec excès d'air pur, perd donc ses qualités en absorbant ou se combinant avec l'air inflammable. Cette expérience prouve donc que l'acide marin ordinaire contient 1°. de l'air pur, 2°. de l'air inflammable, 3°. il est vraisemblable que l'air impur s'y trouve aussi comme dans l'acide nitreux, ainsi que 4°. l'air acide, 5°. quant au principe de la chaleur on ne peut pas plus l'y méconnoître que dans les autres acides; 6°. il contient également de l'eau.

Il arrive donc à l'acide marin ordinaire la même chose qu'à l'acide sulfureux. Si on expose l'acide sulfureux sur de l'air pur, celui-ci est

abſorbé & l'acide paſſe à l'état d'acide vitriolique. Il y a cependant ici une différence. L'acide marin n'abſorbe pas d'une manière ſenſible l'air pur, ſi on les laiſſe en contact: il faut que la combinaiſon ſoit favoriſée par la matière de la chaleur.

Il reſte maintenant à ſavoir ſi l'acide marin en paſſant à l'état d'acide marin avec excès d'air pur, perd de ſon principe inflammable, comme l'a cru Schéele, ou s'il acquiert ſeulement de l'air pur. Voici une expérience qui me paroît prouver que non-ſeulement il abſorbe de l'air pur, mais qu'il perd de l'air inflammable.

Lorſqu'on verſe un acide marin concentré ſur de l'acide nitreux, ou qu'on diſtille de l'acide nitreux & de l'acide marin, il y a dégagement d'air nitreux. Or, nous avons vu que l'acide nitreux ne donne jamais d'air nitreux qu'avec les corps qui lui fourniſſent de l'air inflammable. Il faut donc que l'acide marin, en abſorbant l'air pur de l'acide nitreux, lui fourniſſe de l'air inflammable qui concourt à la formation de l'air nitreux; c'eſt ici la même théorie que celle de l'acide ſaccharin, &c.



DE L'ACIDE MARIN À L'ÉTAT AÉRIFORME,

(ou *De l'Air Acide Marin*).

M. Cavendish ayant fait paſſer ſous une cloche l'air qui ſe dégageoit d'une diſſolution de cuivre dans l'acide marin, fut fort ſurpris de voir que cet air fût preſque tout abſorbé par l'eau. M. Prieſtley répéta cette expérience à l'appareil au mercure. Il mit dans une fiole mince de la limaille de laiton avec l'acide marin, & ajuſta un tube avec l'appareil pneumato-chimique au mercure. La diſſolution fut aidée par la flamme d'une bougie. Il ſe dégagea des vapeurs aériformes qui paſsèrent dans la cloche & ſe ſoutinrent ſous forme de fluide élaſtique. Il introduiſit enſuite de l'eau dans la cloche. Les trois quarts de cette vapeur furent condenſés & diſſous dans l'eau qui devint un acide marin très-concentré. La portion qui ne fut pas abſorbée étoit inflammable. Celle-ci étoit l'air inflammable du métal.

Mais il eſt d'autres moyens d'obtenir cet air dans toute ſa pureté. C'eſt de dégager l'acide marin de ſes combinaiſons par un acide plus

puiſſant, comme on le fait pour extraire cet acide du ſel marin. C'eſt le procédé qu'a ſuivi M. Prieſtley. J'ai mis de ce ſel dans une petite fiole, & y ai verſé de l'acide vitriolique. Ce dernier a plus d'affinité avec la baſe du ſel marin, le natron, que n'en a l'acide marin lui-même. Celui-ci ſe trouve donc libre, & comme il eſt très-volatil, on le voit ſe dégager ſous forme de fumées blanches, & pour lors il paſſe ſous la cloche à l'état de vapeur aériforme. Si on verſe de l'eau ſur le mercure, & qu'on ſoulève la cloche, auſſi-tôt que cette vapeur touche l'eau, elle ſe condenſe. La première vapeur n'eſt pas ordinairement toute abſorbée, parce qu'il s'y trouve toujours mêlée une petite portion d'air atmoſphérique contenu dans les vaiſſeaux. Mais les ſuivantes le ſont entièrement. Cette eau eſt un acide marin qui peut devenir très-concentré ſi on y fait paſſer une certaine quantité de ces vapeurs.

L'air acide marin n'eſt donc que cet acide lui-même à l'état aériforme. On connoiſſoit depuis long-tems la volatilité de cet acide. Lorſqu'on ouvre un flacon qui contient un acide marin très-concentré, on le voit s'échapper ſous forme de vapeurs blaches, qui ne ſont que l'acide marin volatiliſé, comme ſe volatiliſent l'éther, l'eſprit-de-vin, &c. avec la

ſeule différence que leurs vapeurs ne ſont pas viſibles, au lieu que celles de l'acide marin le ſont. Mais on n'avoit pas penſé à recueillir ces vapeurs aériformes ſur le mercure.

Cet air ne peut entretenir la combuſtion. Une bougie allumée qu'on y plonge s'y éteint. Mais avant que de s'éteindre, elle ſe colore en un verd tendre qui tire ſur le bleu. Cette couleur que donne cet air à la flamme, fait voir qu'il eſt inflammable juſqu'à un certain point; d'un autre côté, du phoſphore mis dans cet air y brûle. Ce qui indique qu'il contient auſſi une portion d'air pur.

L'air acide marin eſt entièrement ſuffocant. Lorſqu'on en reſpire il cauſe des quintes de toux très-vives. On peut donc bien aſſurer que nul animal ne ſauroit y vivre.

Cet air ſoumis à différentes expériences a préſenté tous les phénomènes de l'acide marin. Il dégage l'air acide de la craie. Expoſé ſur de la limaille de fer ou de zinc à l'appareil au mercure, il les diſſout. Leur air inflammable ſe dégage, & prend la place de l'air acide marin, ce qui feroit croire que celui-ci a été inverti en air inflammable.

Ce même air acide marin, expoſé ſur le charbon, eſt abſorbé en grande quantité & avec beaucoup de promptitude. Un charbon

que j'ai plongé ainſi dans cet air, en a abſorbé plus de vingt fois ſon volume. Le ſucre l'a abſorbé à peu près autant : il a d'abord pris une teinte rougeâtre, comme s'il eût été trempé dans le vin ; la couleur s'eſt foncée, & enfin il eſt devenu preſque noirâtre. Les huiles, la cire l'abſorbent également & deviennent noires. J'y ai auſſi fait paſſer du ſoufre, il l'a abſorbé ſans avoir éprouvé une altération ſenſible. Le phoſphore l'abſorbe, mais il y a combuſtion.

Lorſque toutes ces ſubſtances ont demeuré quelque tems dans cet air, on trouve dans le réſidu de l'air inflammable. M. Prieſtley a cru que cet air inflammable venoit de ces différens corps. Mais la chaux vive expoſée dans le même air, il y a également de l'air inflammable dans le réſidu. Je ſoupçonnerois donc que cet air inflammable vient de l'acide lui-même ; car la chaux n'en donne jamais. D'ailleurs nous venons de voir que cet air colore la flamme, ce qui indique qu'il contient un principe combuſtible.

Cet air inflammable contient toujours une portion d'acide marin. Car en le brûlant ſur l'eau diſtillée, elle précipite en lune cornée la diſſolution d'argent.

Nous ne ſuivrons pas plus loin ces combinaiſons. Il nous ſuffit d'avoir vu que cet air

n'eſt que l'acide lui-même réduit à l'état aériforme, & par conſéquent ne peut être regardé comme un air permanent. Mais ces expériences nous confirment que cet acide contient 1°. de l'air pur, puiſque le phoſphore brûle dans cet air ; 2°. de l'air inflammable qui colore la flamme, & qu'on retrouve dans le réſidu de l'air acide, où ont été expoſés la chaux, le ſoufre, &c.



DE L'ACIDE MARIN AVEC EXCÈS D'AIR PUR A L'ÉTAT AÉRIFORME,

(ou *De l'Air Acide Marin avec excès d'Air Pur*).

LORSQU'ON distille l'acide marin avec la chaux de manganèse, il se dégage une quantité immense de vapeurs aériformes, qui, reçues dans l'eau, se concentrent en partie & donnent l'acide marin avec excès d'air pur. Ces vapeurs sont l'acide déphlogistiqué, ou marin, avec excès d'air pur à l'état aériforme. Elles sont condensées par l'eau comme tous les autres acides à l'état aériforme & n'en diffèrent pas. Elles se combinent avec les mêmes substances que cet acide. Ainsi nous ne répéterons pas ce que nous venons d'en dire.

On ne peut contenir ces vapeurs comme celles des autres acides sur le mercure, parce qu'elles l'attaquent & le dissolvent, comme nous l'avons vu.

Cependant, cet air acide n'est pas tout absorbé par l'eau; il en reste toujours une por-

tion assez considérable qui ne l'est pas, & que j'estime à 0,22. Cette portion est de l'air pur qui se dégage en très-grande quantité de la chaux de mangancèse, & qui n'a pas pu se combiner tout entier avec l'acide marin, mais il est altéré. Car j'ai rempli un flacon de cet air, que j'ai conservé plusieurs jours sous l'eau. Je l'ai ensuite essayé avec l'air nitreux. Une mesure de cet air & trois d'air nitreux ont donné 2,52, 2,10 dans différentes expériences.

Cet air retient néanmoins toujours une portion d'acide marin déphlogistiqué, & il en a une odeur très-pénétrante. Mais nous avons vu que tous les airs contiennent toujours une portion plus ou moins considérable des différentes substances dont on les retire.



DE L'EAU RÉGALE.

LES expériences que nous venons de rapporter fur l'acide marin avec excès d'air pur, nous éclairent fur la nature de l'eau régale. Elles nous font voir que l'acide nitreux n'y eft d'aucune néceffité, & ceci eft confirmé par une autre expérience très-décifive. Qu'on faffe criftallifer une diffolution d'or dans l'eau régale, qu'on enlève ces criftaux, qu'on les lave bien pour enlever la portion d'acide nitreux qui pourroit y demeurer adhérente, & qu'enfuite on les faffe diffoudre dans l'eau diftillée, & qu'on précipite l'or par l'alkali, qu'on faffe criftallifer le nouveau fel, on n'obtiendra que du fel marin & point de nitre. Il n'y avoit donc point d'acide nitreux dans le fel d'or. Mais que fe paffe-t-il donc dans le mêlange des deux acides nitreux & marin ?

Il paroît que l'acide nitreux eft décompofé en partie. Il fe dégage une portion d'air nitreux, & fa portion d'air pur fe combinant avec l'acide marin, le fait paffer à l'état d'acide marin avec excès d'air pur. Il faut que la chaleur concourre à cette combinaifon. Car fi on ne diftille pas les deux acides mêlan-

gés, l'eau régale aura beaucoup moins de force. Ainsi l'eau régale ne paroît donc être qu'un acide marin avec excès d'air pur, & qui se trouve mêlé avec une portion d'acide nitreux non décomposé.

J'ai fait dissoudre de l'or, de la platine, de l'étain dans de l'eau régale, avec l'appareil pneumato-chimique. J'ai obtenu beaucoup d'air nitreux avec excès d'air pur. Cet air nitreux vient de la portion d'acide nitreux non décomposé, & qui l'est pendant la dissolution. Cet air nitreux emporte avec lui une portion d'air pur, lequel est déjà altéré, ainsi que nous l'avons vu, en parlant de l'air nitreux. Car autrement il se combineroit aussi-tôt avec cet air nitreux.



DE L'ACIDE FLUORIQUE A L'ÉTAT AÉRIFORME,

(ou *De l'Air Acide Fluorique*).

PARMI le grand nombre de fubftances que l'on peut réduire à l'état aériforme, on doit particulièrement diftinguer le fpath fufible ou phofphorique, dit autrement *fluor*. Sa belle figure cubique, fes couleurs vives l'avoient fait remarquer depuis long-tems par les Naturaliftes. Mais ils le confondoient avec les autres fpaths. Margraf cependant avoit vu qu'il en différoit, & qu'il falloit en faire une claffe particulière. Mais Schéele l'examinant de nouveau avec fa fagacité ordinaire, en retira l'acide dont nous parlons.

Ce fut en diftillant ce fpath avec l'acide vitriolique, que ce célèbre Chimifte obtint cet air fingulier. Cet air acide, comme tous les autres, paroît fous l'état aériforme élaftique, & réfifte contre l'effort de l'air atmofphérique. Mais lorfqu'on le fait paffer dans l'eau, il dépofe auffi-tôt une efpèce de croûte terreufe, & il eft abforbé en grande partie. Cette matière terreufe parut à Schéele être l'acide lui-

même condensé par l'eau. Traitée par les autres acides, elle y est absolument insoluble. Ce qui a fait croire qu'elle est de nature quartzeuse, & que l'air spathique peut dissoudre la terre quartzeuse.

Une des autres qualités de cet air a confirmé cette opinion. Le verre en est attaqué & rongé. Les flacons dans lesquels on le renferme sont troués & percés en peu de tems.

M. Priestley examina de son côté l'air acide fluorique, d'après les expériences auxquelles il le soumit ; il crut pouvoir assurer que cet acide n'étoit autre chose que l'acide vitriolique volatilisé. MM. Achard, Monnet, l'ont cru également. Mais Schéele, dans un second mémoire, a bien prouvé que les propriétés de l'acide fluorique sont trop différentes de celles de l'acide vitriolique pour pouvoir les confondre.

Des Chimistes François, sous le nom de Boulanger, examinèrent aussi cet air si singulier. Ils crurent y reconnoître les qualités de l'acide marin, lequel, suivant eux, avoit subi quelques modifications dans le spath phosphorique. Quoique cet air produise quelques effets qui le rapprochent de cet acide, cependant il en a d'autres qui paroissent l'en éloigner.

M. Meyer a repris le travail sur l'acide

fluorique. Il le distilla dans des vases d'étain, & il obtint l'acide fluorique sans croûte terreuse. Ce qui lui fit croire que celle qu'on obtenoit lorsqu'on employoit des vaisseaux de verre, venoit des vaisseaux eux-mêmes. Pour s'en assurer, il répéta l'expérience dans trois vaisseaux d'étain. Dans les uns il mit des matières quartzeuses, & dans les autres il n'en mit point. Les premiers lui fournirent la croûte terreuse, & les autres ne lui en donnèrent point. Ainsi le soupçon de Schéele se trouve détruit par cette expérience.

J'ai distillé avec l'acide vitriolique du spath fluorique mis en poudre, & en ai reçu l'air dans des cloches à l'appareil au mercure. En levant une des cloches, cet air parut sous forme de vapeurs blanches très-suffocantes, & qui avoient une odeur très-vive, différente cependant de celle de l'acide marin. Une bougie allumée s'y éteignit.

Ayant versé de l'eau sur le bain de mercure, je soulevai légèrement une des cloches. L'eau s'y porta avec vîtesse. L'air fut presque tout absorbé, & il se précipita une matière terreuse sous forme de floccons assez semblables à des floccons de neige.

Cette eau est très-acide au goût. Elle rougit les sucs bleus, s'unit aux alkalis, aux terres, &c.

J'ai

J'ai versé de cette eau acide dans une dissolution de nitre mercuriel. J'ai observé, comme M. Boulanger, que la dissolution a été précipitée en blanc de lait, mais elle n'a pas paru déposer comme lorsqu'elle est précipitée par l'acide marin.

La dissolution d'argent dans l'acide nitreux est aussi précipitée par l'acide fluorique. La liqueur reposée, on obtient un dépôt qui est aussi un peu différent de celui qu'elle présente lorsqu'elle est précipitée par l'acide marin.

J'ai distillé le même spath avec l'acide marin. Le dégagement de l'acide fluorique a été moins considérable qu'avec l'acide vitriolique. D'ailleurs il a présenté les mêmes phénomènes, a été absorbé par l'eau, a déposé une croûte terreuse, &c. L'eau qui l'avoit dissous étoit très-acide. J'en ai versé dans la dissolution de terre pesante par l'acide marin, qui n'a pas été précipitée. Ainsi il ne peut demeurer aucun doute que cet acide n'est point l'acide vitriolique.

Tout paroît donc prouver que l'air acide fluorique est un acide particulier, un acide *sui generis*. Il est absorbé par l'eau, comme les airs acide vitriolique, acide marin, &c. on ne doit par conséquent le regarder, ainsi que ceux-ci, que comme un acide à l'état aéri-

forme, & non point comme un air permanent.

Cependant M. Monnet, dans de nouveaux Mémoires, ſoutient qu'on ne doit point regarder cette ſubſtance comme un acide particulier, mais comme une modification qu'éprouvent les acides employés, & c'eſt la terre même du ſpath fluor qui, ſuivant ce célèbre Chimiſte, altère ainſi ces acides.

Connoiſſant encore ſi peu cet acide, nous ne pouvons ſavoir quels ſont ſes principes.



DE L'ACIDE BORACIN, (ou *Sédatif*).

JUSQU'ICI on a fort peu de connoiſſances ſur l'origine du borax qui fournit cet acide. C'eſt un ſel neutre de natron qui eſt apporté des Indes. On croit qu'on le retire de certains lacs. L'obſervation de M. Hoefer confirme cet apperçu. Il a trouvé dans des lacs de la Toſcane un vrai ſel ſédatif. L'eau d'un de ces lacs a été analyſée de nouveau par M. Maret, qui en a retiré beaucoup d'acide boracin.

On vient auſſi de trouver le borax au Pérou comme me le marquoit M. Prouſt. Mais nous n'avons point encore de détails ſur les lieux d'où on le retire.

On avoit dit que M. Lapierre, à Paris, avoit obtenu de l'acide boracin dans une foſſe où il faiſoit putréfier des eaux de ſavon. Mais cette obſervation ne s'eſt pas confirmée.

Quoi qu'il en ſoit de l'origine du borax, on ſait aujourd'hui, d'après les travaux de Baron, que c'eſt un ſel neutre compoſé de natron & de l'acide boracin. Puiſqu'il ſe trouve dans des lacs, on peut préſumer qu'il eſt le produit de matières animales ou végétales putréfiées. Il

feroit donc formé, comme les autres acides, des différens airs.

Effectivement, cet acide foumis à la diftillation, donne de l'air pur. Il monte enfuite de l'eau chargée d'acide; enfin le réfidu fe vitrifie.

M. de Fourcroy dit qu'ayant diftillé de l'acide vitriolique pur fur l'acide boracin, il a obtenu de l'acide fulfureux. Ce qui indiqueroit que cet acide contiendroit un principe inflammable.

Le principe de la chaleur doit auffi s'y retrouver comme dans tous les autres acides.

Enfin, il contient beaucoup d'eau, comme nous venons de le voir.

Voilà donc l'air pur, l'air inflammable, le principe de la chaleur & l'eau, qui font principes de cet acide. Mais il eft vraifemblable qu'il contient auffi les autres efpèces d'air.



DE L'ACIDE VÉGÉTAL A L'ÉTAT AÉRIFORME,

(ou *Air Acide Végétal*).

NOUS avons vu que les acides végétaux ſe forment par les forces vitales qui y emploient les différens airs, le principe de la chaleur, la lumière, le fluide électrique, l'eau, &c. Ces acides ſont d'abord très-ſenſibles dans la plante dont les ſucs ſont plus ou moins acides, plus ou moins acerbes. Mais par la maturité, ils diſparoiſſent en partie, & ſe changent en corps ſucré, en huile, en réſine, &c. c'eſt-à-dire, qu'ils ſont réduits à l'état de ſoufre végétal, ou ſaturés par le principe de l'inflammabilité ou air inflammable. On les fait reparoître en les dépouillant de cet air inflammable, ſoit par la diſtillation, ſoit par la fermentation acéteuſe, & ſans le concours de l'air pur.

Je range ces acides en trois claſſes principales, 1°. ceux du corps ſucré ou muqueux, 2°. ceux des huiles ineſſentielles ou graſſes, 3°. ceux des huiles eſſentielles.

L'acide du corps muqueux ou ſucré paroît le même dans tous les végétaux, puiſque par

le moyen de l'acide nitreux, on en peut toujours retirer l'acide saccharin. Mais néanmoins il est différemment modifié chez les différens végétaux. MM. Westrumb, Crell, Helmbstadt, ont prouvé que cet acide reparoissoit tantôt sous forme d'acide tartareux, tantôt comme acide saccharin, tantôt comme acide malummien, & enfin passoit à l'état d'acide acéteux.

Il se trouve dans un grand nombre de plantes à l'état d'acide tartareux. Il est dans d'autres plantes sous forme d'acide saccharin. Schéele a fait voir que l'acide du sel d'oseille étoit le véritable acide saccharin, lequel se retrouve dans un grand nombre d'autres plantes. Enfin, M. Helmbstadt pense que l'acide malummien est un passage de l'acide saccharin à l'acide acéteux. Quant à celui-ci, il paroît un produit de l'art qui n'existe pas chez les végétaux dans leur état naturel.

Voilà donc cinq états sous lesquels il faut distinguer cet acide.

1°. Lorsqu'on distille un corps muqueux quelconque, on obtient un acide, que j'appellerai acide muqueux.

2°. Cet acide étant plus élaboré dans la plante sera l'acide du tartre.

3°. Il passera à l'état d'acide oxalin dans un grand nombre de plantes.

4°. Chez plusieurs autres, il sera l'acide malummien.

5°. Enfin, la fermentation acéteuse le convertira en vinaigre.

Mais cet acide du corps muqueux qui peut devenir acide tartareux, acide saccharin, acide malummien & acide acéteux, présente des modifications presqu'infinies chez les différens végétaux, suivant les substances auxquelles il se trouve uni. Chaque corps muqueux, chaque corps sucré, a une saveur particulière, quoique ce soit le même acide. Car l'acide des pommes ou malummien, l'acide citronien, & la plupart des acides végétaux, peuvent être ramenés à l'état d'acide saccharin.

Tous ces acides du corps muqueux, soit qu'ils soient développés, comme dans le citron, la groseille, l'épine-vinette, &c. soit qu'ils soient saturés par le principe inflammable, comme dans le sucre, ne paroissent donc qu'un seul & même acide, différemment modifié.

Les huiles inessentielles, autrement dites huiles grasses, contiennent aussi un acide saturé par le principe inflammable. Nous avons vu qu'en distillant le beurre de cacao, nous en avons retiré un acide très-pénétrant & très-actif. Toutes les autres huiles inessentielles,

telles que celles d'olive, de lin, &c. la cire, à la distillation, donnent aussi des acides qui rapprochent beaucoup de celui-ci.

Je pense donc que toutes les huiles inessentielles ont un seul & même acide différemment modifié, & qui paroît être celui du beurre de cacao.

Les huiles inessentielles au nombre desquelles on doit ranger les baumes, les résines, &c. sont également des acides saturés par l'air inflammable. On retire ces acides par la distillation dans les vaisseaux fermés. Ceux du baume de tolu, du benzoin, du succin, &c. sont très-vifs. M. Koskarten est même parvenu à en retirer un du camphre, en le distillant huit fois avec l'acide nitreux.

Mais pourroit-on ramener tous ces acides des huiles essentielles à un seul, & toutes ces huiles ne seroient-elles que différentes modifications du même acide? Quoique je sois très-porté à le croire, nous n'avons pas encore assez d'expériences pour oser prononcer à cet égard.

On a établi de faire plusieurs divisions dans les acides végétaux. Mais je crois qu'on les a trop multipliés. M. Goetteling ayant distillé l'écorce & le bois de bouleau, en retira un acide assez vif, qu'on a nommé *acide lignique*. Il fit de l'éther en le combinant avec l'esprit-de-vin.

Il examina aussi ses affinités avec différentes substances. Mais cet acide ne me paroît devoir être que celui du corps muqueux ou du sucre, très-abondant dans le bouleau, mêlé avec celui de l'huile du même bois.

En un mot, l'acide lignique ne doit être que celui du corps muqueux, des huiles, des résines, &c. contenus dans le bois. Ce n'est donc pas un acide particulier, mais un composé.

L'acide gallique, ou des noix de galles, est aussi celui du corps sucré ou muqueux, puisque Schéele en a retiré l'acide saccharin. Peut-être est-il modifié, pour être amené au point de précipiter toutes les chaux métalliques, comme on sait que le fait l'infusion de noix de galles; ou peut-être est-ce un autre principe qui opère ces précipités. Ce que quelques expériences particulières me portent plus volontiers à croire.

On a encore fait des acides particuliers de tous ces acides végétaux lorsqu'ils sont réduits à un état empireumatique, & on leur ajoute pour lors le nom de *pyro*. Ainsi on dit *pyro-lignique*, *pyro-mucique*, &c. Mais il me semble 1°. que le mot *pyro* ne conviendroit point, étant un mot grec, & lignique, mucique, &c. étant latin ou françois. Je préférerois donc *empyreumo*, qui est passé dans notre langue.

2°. Lorſqu'on parle d'une ſubſtance, on la ſuppoſe toujours dans ſon état de pureté. Ainſi il faut toujours prendre ces acides purs. Autrement on ſe jetteroit dans des diviſions où on ſe perdroit.

Les acides végétaux peuvent paſſer à l'état d'air ou plutôt de vapeur aériforme, comme les acides minéraux. M. Prieſtley ayant retiré des airs particuliers des acides marin & vitriolique, eſſaya s'il en obtiendroit également des acides végétaux; il ſoumit du vinaigre au même procédé qu'il avoit employé pour les autres acides, & il en obtint un air acide végétal qui n'étoit que du vinaigre à l'état aériforme.

J'ai mis du ſel acéteux de cuivre ou verdet dans une fiole & y ai verſé de l'acide vitriolique. Ayant appliqué la flamme d'une bougie ſous la fiole, il s'eſt excité une vive effervefcence, & il a paſſé une vapeur aériforme que j'ai reçue à l'appareil au mercure. Mais le froid du mercure la condenſe promptement. Le verdet a été décoloré, & il eſt devenu blanc.

Cet air n'eſt que l'acide à l'état aériforme. Il s'unit aux différentes baſes qui ont de l'affinité avec le vinaigre, & forme des ſels acéteux. Lorſqu'on le mêle avec l'air ammoniacal, ils s'abſorbent, ſe combinent & forment un ſel ammoniacal acéteux.

Une bougie allumée & plongée dans cet air s'eſt éteinte, & il n'eſt pas douteux que nul animal ne ſauroit y vivre.

Ayant verſé de l'eau ſur le mercure, j'ai ſoulevé la cloche, l'eau s'y eſt introduite. L'air a été preſque tout abſorbé, & l'eau eſt devenue un acide acéteux aſſez fort.

Cet air par conſéquent ne peut pas être mis au nombre des airs permanens. Mais ces expériences nous prouvent que le vinaigre & les acides végétaux peuvent paſſer à l'état aériforme, & s'y ſoutenir juſqu'à ce qu'ils rencontrent de l'eau, qui, par ſa grande affinité avec eux, les condenſe promptement, quoique le froid ne puiſſe les faire condenſer en liqueur.

Quelquefois l'eau n'abſorbe pas entièrement ces vapeurs aériformes. Cela peut dépendre premièrement de la portion d'air commun contenue dans les vaiſſeaux ou la liqueur. Mais lorſqu'on a pris les précautions néceſſaires pour ſe débarraſſer de cet air, il y a encore ſouvent une portion qui n'eſt pas abſorbée. Elle vient pour lors d'une partie de l'acide végétal décompoſée, parce qu'on aura appliqué une trop forte chaleur, qui, comme nous l'avons vu, décompoſe très-facilement ces acides.

DES ACIDES ANIMAUX A L'ÉTAT AÉRIFORME,

(ou *De l'Air Acide Animal*).

LES acides animaux peuvent être réduits à l'état aériforme, ainſi que tous ceux dont nous venons de parler. La graiſſe, le ſuc médullaire, le beurre, &c. ont des acides très-vifs, qui, par un degré de chaleur ſuffiſant, entrent en vapeurs. Mais ils ſe condenſent promptement dès qu'ils paſſent à travers l'eau ou le mercure. J'ai eſſayé d'en retirer à l'appareil au mercure, ſans pouvoir y réuſſir. J'ai cependant obtenu une ſubſtance aériforme, qui s'eſt ſoutenue ſur le mercure. Mais c'étoit un véritable air, qui contenoit une portion de l'acide volatiliſé. Tous ces acides, ainſi que nous l'avons vu, ſe décompoſent facilement à la diſtillation, & c'eſt cette portion décompoſée qui fournit l'air dont nous parlons. Mais on ne peut regarder cet air chargé d'une portion d'acide, comme de l'acide aériforme. La même choſe auroit vraiſemblablement lieu avec l'acide des fourmis, celui du ver à ſoie, &c. en ſorte que tous ces acides ſont dans le cas de l'acide

vitriolique, de l'acide nitreux, &c. qui peuvent bien être réduits en vapeurs, mais ne fauroient fe foutenir à l'état aériforme fur le mercure.

Tous les corps de la nature peuvent être réduits en vapeurs à différens degrès de chaleur. L'or, l'argent, &c. au foyer du miroir ardent, font volatilifés. Le quartz lui-même eft volatilifé par l'acide fluorique, & par l'eau en vapeurs. Car Bergman rapporte que l'eau bouillante du grand jet de Geyer en Iflande, dépofe une terre quartzeufe fur les lieux où elle retombe. Le fer, le cuivre qui paroiffent fi fixes, font volatilifés par le fel ammoniac, &c.

Les liqueurs fpiritueufes étant plus volatiles que l'eau, exigent un degré de feu peu confidérable pour être réduites en vapeurs. C'eft l'éther particulièrement qui eft volatilifé avec le plus de facilité.

J'ai mis de l'éther vitriolique dans une petite fiole & l'ai expofé à la flamme d'une bougie avec l'appareil au mercure. Il a paffé une vapeur que j'appellerai vapeur aériforme éthérée ou air éthéré.

Les premières portions d'air qui paffent fous la cloche fe foutiennent fous forme de vapeurs. Expofées à la flamme d'une bougie elles prennent feu, & donnent une belle flamme

bleue. C'eſt de l'air commun contenu dans la liqueur, & chargé d'une portion d'éther. Les vapeurs qui ſuccèdent à cet air ſe condenſent preſque toutes en paſſant à travers le mercure, parce qu'elles ne ſont que de l'éther volatiliſé, & que le froid du mercure condenſe. Auſſi on les retrouve ſous forme d'éther au-deſſus du mercure. Lorſque l'opération eſt un peu longue, que le tube entre bien avant dans la cloche, & que la cloche n'eſt pas conſidérable, le mercure s'échauffe aſſez pour que l'air éthéré ſe ſoutienne ſous forme de vapeurs. Car il ne lui faut qu'une chaleur de 40° environ. Mais il ſuffit pour lors d'introduire de l'eau froide, pour que cette vapeur ſe condenſe promptement, ou même de refroidir le mercure d'une manière quelconque.

Il faut donc diſtinguer toutes ces ſubſtances aériformes en deux grandes claſſes. Les unes, telles que les métaux, l'eau, les huiles, les acides purs, l'éther, &c. ſont réduites en vapeurs par différens degrés de chaleur, & ſe condenſent auſſi-tôt que cette chaleur les abandonne. Ainſi on peut dire qu'ils ne ſont tenus à cet état aériforme que par cette violente chaleur.

Mais pluſieurs autres corps quoique ne pouvant être réduits à l'état aériforme que par une

chaleur quelconque, se soutiennent ensuite à cet état, à un degré de chaleur beaucoup inférieur; tels sont l'acide marin pur, ou celui qui contient excès d'air pur, l'acide sulfureux, l'acide nitreux avec excès d'air inflammable, l'acide fluorique, l'alkali ammoniacal, &c. ils ne se condensent que lorsqu'ils se combinent, soit avec l'eau, soit avec toute autre substance. Cependant M. Monge dit être parvenu à condenser l'acide sulfureux par un froid considérable.



DE LA CHAUX CALCAIRE.

CETTE queſtion ſe trouve aujourd'hui au nombre des plus intéreſſantes de la Chimie. La calcination des pierres calcaires & celle des ſubſtances métalliques, eſt liée ſi intimement avec la théorie des airs, qu'on ne peut traiter des uns ſans parler des autres. Auſſi depuis qu'on s'occupe des airs, a-t-on beaucoup travaillé ſur les chaux, & néanmoins la queſtion n'eſt pas encore aſſez éclaircie pour qu'on ait pu former une théorie généralement admiſe. Dans ce Chapitre, nous allons rapprocher un grand nombre de faits qui pourront jetter quelque jour ſur cette matière.

Les trois eſpèces de terres calcaires connues ſont toujours unies à des acides dans la nature. La terre peſante forme le ſpaht peſant avec l'acide vitriolique. La magnéſie, combinée avec le même acide, forme le ſel d'Epſom ou vitriol de magnéſie, & ſe trouve encore unie avec d'autres acides dans les ſtéatites, les ſerpentines, les aſbeſtes, &c. Enfin la terre calcaire, proprement dite, compoſe les ſpaths calcaires, les marbres, les pierres calcaires, &c.

lorfqu'elle eft combinée avec l'air fixe ou acide. Elle donne les gypfes fi elle eft unie avec l'acide vitriolique. Enfin cette même terre unie à l'acide fpathique, donne les fluors ou fpaths phofphoriques.

Tous ces fels pierreux peuvent être décompofés, comme le font les autre fels, foit en fourniffant d'autres bafes à leurs acides, foit en dégageant ces acides par le moyen du feu. Ces terres, dans cet état, acquièrent des propriétés bien différentes de celles qu'elles avoient auparavant. Lorfqu'on expofe à un coup de feu affez violent les combinaifons de ces terres avec l'air acide, elles font réduites en chaux. Cependant cette dénomination a été réfervée plus fpécialement à la calcination de toutes les pierres calcaires aérées, c'eft-à-dire, des fpaths calcaires, des marbres & des pierres calcaires. Ainfi ce fera de celles-ci dont nous traiterons plus particulièrement.

La chaux vive eft plus ou moins cauftique. Elle verdit les firops bleus des végétaux comme les alkalis, eft en partie foluble dans l'eau, fe diffout également dans les acides, mais fans effervefcence, &c. elle eft très-avide d'humidité. Si on verfe un peu d'eau fur une affez grande quantité de chaux, elle s'échauffe confidérablement, & au point qu'elle met fou-

vent le feu à des matières combustibles (1).

Meyer, dans son beau Traité sur la Chaux, rapporte (2) que l'Auteur d'une Dissertation sur le Feu, imprimée à Leyde, avoit observé qu'en jettant de la chaux vive dans de l'eau, il s'étoit élevé une flamme que l'on auroit pu voir clairement, principalement dans l'obscurité de la nuit. Meyer ajoute qu'ayant répété l'expérience, il n'avoit pas pu réussir.

M. Pelletier a eu le même succès que l'Auteur de la dissertation. Il versa une assez petite quantité d'eau sur un gros morceau de chaux vive, & l'ayant porté à l'obscurité, il apperçut dans ses gerçures une lumière assez vive. J'ai observé souvent la même chose.

C'est cette lumière qui, quoique imperceptible au grand jour, parce qu'elle n'est pas assez vive, met le feu aux corps combustibles qui se trouvent dans le voisinage de la chaux, lorsqu'elle s'échauffe & qu'elle n'est pas assez humectée. La chaleur est même portée à un

(1) On vient de proposer ce moyen pour produire à volonté une chaleur considérable. On met dans une boîte d'étain un morceau de chaux plus ou moins gros, on l'humecte légèrement. On referme la boîte qui acquiert une chaleur assez considérable.

(2) Traduction françoise, *tome 2*, *page* 323.

point que la chaux *brûle* suivant l'expreſſion des ouvriers, c'eſt-à-dire, qu'elle eſt réduite en une eſpèce de fritte. Auſſi eſt-elle pour lors grenue & ne ſauroit plus ſe réduire en pâte, comme le fait la bonne chaux.

La magnéſie calcaire préſente le même phénomène, ſi on verſe de l'acide vitriolique, il s'excite une chaleur très-vive & il ſe dégage de la lumière.

Lorſqu'on verſe une petite quantité d'eau ſur un morceau de chaux qui a déjà été humectée, l'eau eſt ſubitement réduite en vapeurs & bouillonne comme ſi on la verſoit ſur un fer rouge. Quelque pure que ſoit l'eau, on ſent une odeur particulière qui eſt aſſez pénétrante. Je ne connois aucune odeur à laquelle on puiſſe la comparer. Ce n'eſt point la même que lorſqu'on verſe de l'eau ſur des charbons ardens, ſur des métaux incandeſcens, &c.

J'ai cherché à recueillir cette matière s'il étoit poſſible. Voici l'expérience que j'ai faite. J'ai pris un morceau de chaux vive que j'ai légèrement humecté, & l'ai placé dans un creuſet au milieu d'une jarre d'eau. J'ai renverſé deſſus une cloche fort élevée (ſi elle eſt baſſe, la chaleur la fait éclater); la chaux s'eſt échauffée, l'eau qui l'humectoit a été réduite en vapeurs, & a fait deſcendre beaucoup celle

qui étoit contenue dans la cloche, dans laquelle il faut avoir soin d'en faire entrer une certaine quantité. Les vaisseaux refroidis, l'eau n'a point remonté dans la cloche à son premier niveau. Il s'agissoit de savoir d'où venoit cet air produit. S'étoit-il dégagé de l'eau, ou du principe de la chaleur de la chaux? Les corps y brûloient un peu mieux que dans l'air commun. Une mesure & une d'air nitreux ont donné 0,91.

J'ai répété pour lors l'expérience en me servant d'eau dépouillée de tout air par l'ébullition. Les vaisseaux refroidis, au lieu d'avoir production d'air, il y a eu plutôt absorption. Ce qui prouve que l'air obtenu dans l'expérience précédente venoit de l'eau, & que le principe qui se dégage de la chaux est incoercible.

Mais qu'est-ce qui se passe dans la calcination de la chaux? quel est le principe qui lui donne toutes ses qualités?

Tous les anciens Chimistes, & Lémeri en particulier, disent : « que la chaux est une » pierre que la calcination a dépouillé de toute » son humidité, & a introduit à sa place une » grande quantité de corps ignés, & ce sont ces » corps ignés qui rendent la chaux caustique, » corrodante, capable de brûler », &c.

Baron a adopté un autre ſentiment, & a dit : « J'aimerois beaucoup mieux attribuer la » cauſticité de la chaux, la chaleur qu'elle » contracte lorſqu'on l'humecte, aux particules » de feu contenues dans l'eau même, & dont » elle tient ſa liquidité, qui viennent à être » ébranlées fortement par la viteſſe avec la- » quelle la chaux avide d'humidité s'unit aux » particules aqueuſes » . . . . .

M. Black ayant retiré beaucoup d'air acide en calcinant la chaux, penſe que dans cette opération la chaux étoit ſimplement privée de ſon air acide, & que la chaleur qu'elle contracte lorſqu'on l'humecte, ainſi que ſa cauſticité viennent du feu ou de la chaleur contenu dans l'eau, & qui ſe dégage pendant que l'eau ſe combine avec la chaux.

Meyer, qui ne connoiſſoit pas aſſez l'air acide que le docteur Black venoit de découvrir dans les terres calcaires avoit cru que la calcination de la chaux ne s'opéroit que par la combinaiſon de ſon cauſticon avec cette terre.

Je crois qu'il faut réunir les deux opinions. Il eſt très-certain, d'un côté, que la terre calcaire, en paſſant à l'état de chaux, perd une grande quantité d'air acide & d'eau. Ces deux ſubſtances paroiſſent faire les $\frac{5}{12}$ de ſon poids, ce qui lui donne cette grande légéreté.

J'ai pris demi-once de marbre blanc très-pur, que j'ai mis dans une cornue de grès luttée, avec l'appareil au mercure, & je l'ai tenu pendant deux heures à un feu très-vif. Il s'est dégagé 35 pouces d'air avec une portion d'eau qui a demeuré attachée aux parois de la cloche, & sur le mercure, en sorte que je n'ai pu la peser. Les vaisseaux délutés, le marbre avoit perdu 107 grains, & étoit à peu près parfaitement calciné. Car il n'en est demeuré qu'une très-petite portion, qui ne s'est pas dissoute dans l'eau. Il s'étoit certainement dissipé de l'air à travers les vaisseaux.

J'ai ensuite essayé l'air qui s'étoit dégagé. 600 parties agitées dans l'eau, ont été réduites à 19. Ainsi c'étoit de l'air acide assez pur.

Mais, d'un autre côté, il ne paroît pas qu'on puisse nier que la chaux n'acquière quelqu'autre principe qui sera le *causticum* ou *l'acidum pingue* de Meyer, le *calidum* de Kunckel, la matière du feu ou corps igné de Lémeri, & de tous les anciens Chimistes, *l'acide igné* de M. Sage; enfin le principe de la chaleur dont nous avons parlé si souvent. C'est ce que prouvent les qualités de la chaux que nous avons déjà exposées. Elle est si caustique qu'elle brûle les corps organisés, est dépilatoire, &c. Dans son extinction, elle laisse paroître du feu,

elle enflamme les corps combuſtibles, &c. &c.

Tous ces faits ne me permettent pas de douter que la chaux vive ne contienne quelque principe particulier. Ce principe doit être analogue à la matière du feu, puiſqu'il donne de la lumière, qu'il embraſe les corps combuſtibles, qu'il produit la plus vive chaleur, &c. Mais nous avons vu ailleurs que la matière du feu eſt trop ſubtile pour pouvoir être retenue dans les corps lorſqu'elle eſt ſeule, & qu'il n'y a que l'air pur qui puiſſe la fixer. Nous avons appelé cette combinaiſon du feu avec l'air pur matière de la chaleur combinée ou cauſticon. Cette matière eſt une ſubſtance *ſui generis*. C'eſt elle qui me paroît ſe trouver dans la chaux vive & lui donne toutes ſes qualités.

« Mais, dit-on, la chaux vive, d'après les » expériences de M. Crawford, contient beau- » coup moins de feu que l'eau, puiſque celle » de l'eau étant 1,00, celle de la chaux n'eſt » que 0,21. C'eſt donc l'eau qui, en diſſolvant » la chaux, lâche & abandonne ſon feu, & » eſt cauſe de la chaleur produite dans cette » opération ».

Cette explication ne me paroît point admiſſible. Quand l'eau diſſout du ſucre, des ſels, &c. elle ne produit point de chaleur; le plus ſouvent au contraire cette diſſolution eſt ac-

compagnée d'un froid très-vif. L'eau a une très-grande affinité avec les différentes ſubſtances dont on fait les hygromètres, tels que le cheveu préparé par M. de Sauſſure, la baleine de M. de Luc, le tuyau de plume, &c. & cependant, il n'y a point de chaleur produite.

Mais ce qui me paroît démontrer la fauſſeté de cette opinion, c'eſt que la chaux diſſoute dans l'eau ou l'eau de chaux, conſerve toutes les propriétés de la chaux vive, quoique pas à un ſi haut degré. Cependant dans cet état la chaux eſt ſaturée d'eau. Celle-ci a donc perdu ſa chaleur. D'où pourroit donc venir la cauſticité de l'eau de chaux, ſi ce n'eſt d'un principe qui lui eſt inhérent.

Nous avons d'ailleurs un grand nombre d'autres phénomènes qui confirment l'exiſtence de la matière de la chaleur dans la chaux. Pluſieurs chaux métalliques, ſur-tout celles qui ſe révivifient avec facilité, expoſées à l'action de la lumière, ou de la chaleur, ou de l'air inflammable noirciſſent, & ſe rapprochent de l'état métallique. Les chaux d'argent, de mercure, de biſmuth, &c. c'eſt-à-dire, ces métaux diſſous dans un acide, & précipités par un alkali aéré, & qui dans cet état ſont blanches, noirciſſent à la lumière ou au contact

de l'air inflammable. Si on les précipite par la chaux vive ou un alkali caustique, elles prennent la même couleur. Si on précipite par un alkali aéré ou la craie, une dissolution de fer, on a une chaux de fer nullement sensible à l'aimant. Qu'on chauffe cette chaux de fer seule, elle noircira & deviendra attirable. Qu'on précipite au contraire cette même dissolution de fer par les alkalis caustiques, on aura un précipité noirâtre & attirable. Le causticon a donc produit ici la même chose que la matière de la chaleur. Or les mêmes effets indiquent la même cause.

M. Priestley a observé que l'esprit de sel, ou acide marin sans couleur versé sur de la chaux vive très-blanche, acquéroit une couleur paille ou orangée. Le même acide très-blanc mis dans un tube & exposé à la chaleur prend cette même couleur orangée.

Ces observations prouvent qu'il y a réellement une nouvelle substance combinée dans la chaux vive; & que cette substance produit les mêmes effets que la matière de la chaleur. Elle a encore beaucoup de rapports avec l'air inflammable quoiqu'elle en diffère à beaucoup d'autres égards. Nous avons vu en parlant des combinaisons du soufre, qu'on peut avoir un air inflammable sulfureux ou avec les corps

qui contiennent l'air inflammable, tels que le charbon, les métaux, l'air inflammable lui-même; ou avec ceux qui contiennent le principe de la chaleur, tels que la chaux, les alkalis caustiques, les chaux métalliques, &c.

Cette manière d'expliquer la calcination de la chaux est bien conforme à la marche ordinaire de la nature. Elle ne brise guère la combinaison de deux substances que par l'intermède d'une troisième. Un acide combiné n'est le plus souvent dégagé de sa base que par une autre qui aura plus d'affinité que lui avec cette base. Ainsi lorsqu'on veut dégager l'acide nitreux ou l'acide marin de leurs bases alkalines, on emploie l'acide vitriolique. L'alkali fixe décompose les sels ammoniacaux, &c. de même l'air acide de la pierre calcaire n'est chassé que parce que le principe de chaleur forme une nouvelle combinaison avec le principe terreux.

En supposant qu'un acide ne peut être chassé que par un autre acide, on seroit tenté de regarder le principe de la chaleur comme un acide lui-même. Quoique Meyer ne reconnût pas d'acide dans la pierre calcaire, il regardoit néanmoins son causticon comme un acide qu'il appeloit *acidum pingue*. Mais il n'en a donné aucune preuve. La chaux qui est une

des ſubſtances où cette matière paroît le plus abondamment répandue, n'a aucune des qualités des acides, ni des ſels neutres. Toutes ſes propriétés au contraire la rapprochent des alkalis les plus purs, excepté qu'elle ne les poſsède pas à un ſi haut degré. Elle eſt cauſtique comme eux, verdit les ſucs bleus, forme des ſavons avec les huiles, &c.

Les alkalis poſsèdent les mêmes qualités, qui ſont toutes oppoſées à celles des acides. Il n'y a donc rien de commun entr'eux que leur activité, laquelle eſt due à un même principe, à la vérité, le cauſticon ou matière de la chaleur. Mais nous allons revenir aux qualités de la chaux.

Quoiqu'il paroiſſe par les faits que nous venons d'expoſer, qu'il ſe dégage une certaine quantité du principe de la chaleur, lorſqu'on humecte la chaux ou qu'on la fait fondre ; cependant elle en conſerve une grande quantité, & ce principe reparoît dans toutes les expériences auxquelles on ſoumet la chaux.

Un alkali quelconque diſſous par un acide & précipité par la chaux ſe trouve réduit à l'état de cauſticité. La chaux s'unit à l'acide pour former un ſel terreux. Mais l'acide en chaſſe le cauſticon, qui ſe reporte ſur l'alkali, & le rend cauſtique lui-même. Si dans une

dissolution de sel marin ammoniacal, on jette de la chaux, ou qu'on triture ce sel ammoniac & la chaux, l'alkali ammoniacal est dégagé sous l'état de causticité, & acquiert une vivacité prodigieuse.

On se sert d'un autre procédé pour avoir les alkalis fixes à l'état de causticité. On prend une partie d'alkali aéré qu'on mêle avec deux de chaux. On verse dessus de l'eau bouillante. Cette eau dissout l'alkali & la chaux. Mais la chaux ayant plus d'affinité avec l'air acide, l'enlève à l'alkali, qui de son côté se combine avec le causticon. Si on évapore, on a la pierre à cautère, ou l'alkali caustique concret.

Ce principe de la chaleur ou de la causticité qui, de la chaux, a passé dans l'alkali peut se reporter de nouveau de l'alkali sur la chaux. Il suffit de précipiter un sel terreux par un alkali caustique. J'ai dissous de la craie dans l'acide nitreux & l'ai précipitée par le natron caustique. La liqueur filtrée, il est resté sur le filtre une substance terreuse très-blanche, qui étoit de la vraie chaux, & en avoit toutes les propriétés.

Nous avons aussi vu ce même principe passer de la chaux & des alkalis caustiques dans les chaux métalliques. Si dans des dissolutions métalliques on ajoute de la chaux ou

des alkalis cauſtiques, on a des précipités particuliers.

Lorſqu'on verſe un acide ſur un ſel ou ſur une terre cauſtique, celui-ci s'unit à cette nouvelle baſe, & la combinaiſon ſe fait ſans effervescence. Pour lors une partie du principe de la chaleur ſe diſſipe dans l'atmoſphère & s'y décompoſe. Cependant nous avons vu que les acides en ſont modifiés. L'acide marin, par exemple, en eſt coloré, ce qui annonce qu'une autre portion de ce principe ſe combine avec l'acide.

Si on rend de l'air acide à la chaux, elle s'en empare avec avidité & ſe rétablit dans ſon premier état de pierre calcaire. Lorſque l'opération ſe fait avec de l'eau de chaux filtrée, celle-ci ſe trouble auſſi-tôt, parce que le nouveau ſel eſt inſoluble & ſe précipite. Ce procédé ſert à reconnoître par-tout la préſence de l'air acide.

De l'eau de chaux expoſée à l'air ſe couvre d'une pellicule qu'on appelle crême de chaux, qui n'eſt que de la terre calcaire révivifiée, c'eſt-à-dire, unie à l'air acide. J'ai dit ailleurs que je regardois cet air acide comme un produit nouveau, réſultant de la combinaiſon de l'air avec le cauſticon, ou principe contenu dans la chaux.

DES ALKALIS.

Les alkalis ſont le ſecond genre des ſubſtances ſalines. Quoique pas auſſi répandus que les acides, ils le ſont néanmoins beaucoup.

Nous en connoiſſons de trois eſpèces, l'alkali fixe du tartre ou potaſſe, l'alkali fixe des plantes marines ou natron, & l'alkali volatil ou ammoniacal.

Les principales propriétés des alkalis ſont aſſez connues par tout ce que nous avons dit, pour que nous ſoyons diſpenſés d'y revenir. On ſait qu'ils verdiſſent les ſucs bleus des végétaux, qu'ils ſe combinent avec les acides, pour former différens ſels neutres, qu'ils attaquent la plupart des ſubſtances métalliques, qu'avec les huiles ils forment des ſavons, &c. Ce ſont les mêmes qualités qu'a la chaux, mais qu'ils poſsèdent à un plus haut degré.

Il n'eſt pas auſſi facile de décompoſer les alkalis & de les recompoſer que les acides. Leur analyſe eſt par conſéquent moins avancée. Mais pour nous aider dans ces recherches nous allons expoſer la manière dont la nature les produit.

Nous avons vu, en parlant du travail des

ſalpêtriers, qu'on obtient par la leſſive des terres nitrifiées non-ſeulement les acides nitreux marin & vitriolique, mais encore les deux alkalis fixes, puiſqu'on a du véritable nitre à baſe de potaſſe, & du ſel marin commun ou de natron. Or on ne peut nier que ces deux alkalis n'aient été ici produits, puiſqu'auparavant on avoit bien épuiſé ces terres de toutes les ſubſtances ſalines par des lixiviations répétées.

On retire auſſi de la même opération beaucoup de ſels à baſe de magnéſie. Cette magnéſie me paroît également un produit nouveau.

La nature dans la production de ces alkalis (& de la magnéſie en ſuppoſant qu'elle ſoit produite), n'emploie pas d'autres principes, que ceux dont elle forme les acides, ſavoir, l'air putride & l'air atmoſphérique; mais quelle partie de ces airs entre dans les alkalis? ou y entrent-ils tous? Y emploie-t-elle auſſi une partie de la terre dans laquelle ſe fait la combinaiſon!... Eclairons ces faits par d'autres.

Les expériences que nous avons rapportées en parlant des ſels eſſentiels des plantes ne laiſſent aucun doute qu'elles ne contiennent les différens alkalis, puiſqu'on en retire du tartre vitriolé, ou vitriol de potaſſe, du vitriol de

natron, du sel marin de natron, du sel marin de potasse, du nitre, & du sel ammoniac. Il ne reste donc plus qu'à savoir si ces alkalis sont formés dans les végétaux par leurs forces vitales, ou s'ils y sont portés de dehors par la sève. C'est ce qu'on ne peut constater que par l'expérience. On les a beaucoup multipliées, & on n'a pas toujours eu les mêmes résultats.

MM. Duhamel & Cadet ont pris des kalis sur les bords de la mer, & les ont transplantés au milieu des terres. Ces plantes ont donné, pendant quelque tems, du natron par l'incinération. Mais après un certain nombre d'années, on n'a pu en obtenir.

Les plantes marines qui vivent sous les eaux de la mer ne donnent point de natron, dit M. Lorgna. Cependant elles sont nourries par les eaux de la mer qui en contiennent beaucoup. Mais chez celles qui croissent sur les bords de la mer, le natron est fort abondant. D'où ce savant Physicien conclut que le natron est étranger aux végétaux, & que celui qui s'y trouve leur est porté avec la sève, & vient des terres où elles sont plantées.

D'autres Physiciens ont pris des plantes qui dans leur état naturel donnent beaucoup de nitre, tels que le tournesol. On en a mis dans des

des pots dont on avoit leſſivé la terre ; quelques-uns de ces pots ont été arroſés avec de l'eau de fontaine, d'autres avec une eau légèrement nitreuſe. Les plantes venues à leur maturité, puis arrachées, ont été traitées par les procédés ordinaires. On a retiré du nitre de celles qui avoient été arroſées par l'eau nitreuſe, & on n'en a point retiré de celles arroſées avec l'eau de fontaine.

Cependant MM. Thouvenel, dans leur Mémoire ſur la génération du ſalpêtre, diſent avoir élevé différentes plantes dans des terreins imprégnés de tels ou tels ſels, & n'avoir point retrouvé ces ſels dans l'analyſe de ces plantes, tandis que d'autres plantes venues ſur des terres qu'ils avoient dépouillées de toute ſubſtance ſaline par des leſſives, en donnoient enſuite de pluſieurs eſpèces dans leur analyſe.

Quoiqu'il ſemble qu'effectivement les plantes donnent d'autant plus de ſels qu'elles ſont dans des terreins qui en contiennent davantage, néanmoins il ne paroît pas qu'on puiſſe nier qu'elles n'aient la faculté d'en produire. Car les kalis, par exemple, quoique tranſportés dans des terres qui ne contiennent point de natron, donnent encore dans les premiers tems une certaine quantité de ce ſel. Il faut donc qu'il y ait été formé. Il eſt vrai qu'elles perdent

cette propriété par la suite. Mais ne pourroit-on pas dire que c'est parce que ces plantes n'étant plus dans un terrein propre ne végètent pas avec la même force & ont dégénéré. Nous avons tant de preuves de cette dégénérescence des végétaux, qu'on ne peut la révoquer en doute. La vigne seule suffit pour établir cette vérité. Certainement des plants du Cap, de Tokai, &c. transportés en d'autres endroits, ne donneront plus la même liqueur.

Ceci paroît confirmé par une multitude de faits. Le chêne, par exemple, & un grand nombre de plantes du genre des astringentes, donnent beaucoup de tartre vitriolé; le tamarisc, le chenopodium, donnent du sel marin, &c. Or le tartre vitriolé ne se trouve dans aucun terrein. Il faut donc qu'il ait été produit. Il est vrai qu'on pourroit dire que l'acide vitriolique étant fort abondant, décompose les autres sels. Mais pourquoi cette décomposition ne se fait-elle que dans telles plantes, & non pas dans telles autres? Pourquoi ne trouvera-t-on jamais ces autres sels, par exemple, le nitre dans le chêne? &c. Il paroît donc qu'il y a réellement une production nouvelle de ces différens sels.

Il se produit journellement des acides particuliers chez les végétaux, tels que celui du citron, du sucre, &c. pourquoi ne s'y pro-

duiroit-il pas des acides minéraux & des alkalis, &c.

Enfin, nous avons vu que l'acide phosphorique se trouve dans la substance glutineuse de tous les végétaux. Or l'acide phosphorique ne se trouve point dans les terres végétales, dans l'eau, ni dans l'atmosphère. Il est donc un produit de la végétation. Si celui-ci a été produit par les forces végétales, pourquoi les autres ne le seroient-ils pas également ?

L'art emploie différens moyens pour retirer ces alkalis des végétaux. Nous avons vu que le meilleur seroit de les écraser, les faire macérer, puis bouillir dans l'eau, & faire évaporer cette eau ; par ce procédé, on auroit tout l'alkali qui se trouve dans la plante. Mais il seroit trop long & trop dispendieux.

La méthode ordinaire est de brûler les plantes. On fait des excavations en terre, on y amoncele les plantes qu'on a eu soin de faire dessécher, & on les fait brûler en y ménageant des courans d'air. On obtient par ce procédé une masse souvent frittée qui contient tous les sels de la plante mêlés avec les cendres & une partie de charbon. Une portion de l'alkali est entrée en fusion & fait couler une partie de la terre, ce qui fait une espèce de fritte. C'est de cette manière qu'on brûle

les kalis & toutes les plantes du bord de la mer. On obtient une maſſe grisâtre très-dure, qui contient le natron, qu'on en extrait enſuite par des lavages & des criſtalliſations.

Dans les lieux où les bois ſont très-communs on les brûle également pour en obtenir les ſels ou potaſſe, puis on leſſive cette cendre, on fait évaporer, & on obtient la potaſſe, qui eſt un alkali mêlé de beaucoup de ſels neutres, ſur-tout de tartre vitriolé. Cette opération ſe fait en Allemagne, ſouvent dans des pots, en conſéquence ils ont donné à ce ſel le nom de potaſſe.

On avoit cru autrefois que par ce procédé, on produiſoit l'alkali, parce qu'on en retiroit beaucoup, qu'on ne pouvoit pas retirer autrement. Mais Hellot & Groſſe, en 1732, enſuite Margraf & Rouelle le jeune, firent voir que l'alkali exiſtoit tout formé dans les plantes. On auroit pu déjà le conclure des ſels neutres qu'on obtenoit, tels que le tartre vitriolé, le nitre, le ſel marin, &c. dans leſquels les alkalis ſe trouvent.

On crut enſuite que la combuſtion formoit au moins une portion d'alkali, ſi elle ne le formoit pas tout.

M. Lorgna a cherché à vérifier ce fait. Il a pris une certaine quantité de kali qu'il a partagée

en deux portions égales. Il en a brûlé une dont il a retiré 436 grains d'alkali pur. Il traita la seconde portion par la voie humide, en l'écrasant, l'étendant de beaucoup d'eau, puis l'évaporant & faisant cristalliser la liqueur, il eut 473 grains d'alkali. D'où il paroîtroit que la combustion ne sert qu'à dégager l'alkali fixe, & même qu'elle en détruit une partie, & effectivement, nous verrons que dans les combustions répétées du tartre, une partie de l'alkali fixe est décomposée, & passe en alkali ammoniacal.

Nous avons une autre expérience qui confirmeroit celle-ci. Du bois qui a été long-tems dans l'eau ne donne presque plus d'alkali par l'incinération. Il paroîtroit donc que l'eau a dissous cet alkali. Car s'il étoit produit par les autres principes de la plante, on en devroit retrouver en la faisant brûler, puisqu'elle a conservé la plus grande partie de ses autres principes.

La putréfaction est encore un autre moyen qu'on a pour avoir les alkalis fixes. La plante est décomposée en partie, on en lave le résidu & par des évaporations & des cristallisations, on obtient de l'alkali.

Mais ce moyen paroît aussi devoir détruire une partie de l'alkali fixe. C'est ce qu'on peut conclure des expériences que nous avons rap-

portées, par lesquelles il paroît que la putréfaction décompose les alkalis fixes & les sels neutres.

Les alkalis se trouvent également tout formés chez les animaux. Rouelle le jeune a fait voir, par un grand nombre d'expériences, que toutes les liqueurs animales contiennent beaucoup de natron qu'il en a extrait sans le secours du feu.

M. Lorgna a fait un grand nombre de belles expériences qui ont démontré qu'il se trouve beaucoup de natron tout formé dans les animaux marins. Il a pris des testacées & des poissons proprement dits. Il les a lavés à plusieurs reprises dans l'eau chaude, ensuite les a fait piler dans un mortier. Une partie fut macérée dans l'eau chaude & l'autre desséchée au soleil & ensuite calcinée lentement.

La portion macérée dans l'eau chaude fut exprimée dans un filtre de toile, la liqueur a ensuite été évaporée à une douce chaleur jusqu'à siccité. Du vinaigre distillé versé sur cette substance, y produisit une effervescence sensible. Ce qui fut répété plusieurs fois. Toute effervescence ayant cessé, la liqueur fut filtrée de nouveau & évaporée jusqu'à siccité. On y versa quelques gouttes d'eau distillée, & la liqueur fut abandonnée dans un lieu frais pour cristalliser.

Cette criſtalliſation étant confuſe, M. Lorgna y ajouta de l'eſprit-de-vin à différentes repriſes & il obtint pour lors un vrai ſel acéteux de natron. Ce ſel décompoſé par l'acide nitreux, donnoit un vrai nitre de natron.

L'autre portion ſéchée au ſoleil fut calcinée à l'air libre. M. Lorgna en fit bouillir la cendre dans l'eau diſtillée, évapora, ajouta du vinaigre, enſuite de l'eſprit-de-vin & fit criſtalliſer. Il obtint également un vrai ſel acéteux de natron. Ces expériences ne permettent pas de douter que le natron ne ſoit exiſtant dans les animaux marins.

Tous ces faits nous font bien connoître en partie les procédés que ſuit la nature dans la production des alkalis. Mais ils nous inſtruiſent peu ſur leurs principes conſtituans. Auſſi faut-il convenir que leur analyſe eſt peu avancée.

On a cherché à décompoſer les alkalis fixes. M. l'abbé Fontana croit y être parvenu dans la diſtillation du nitre. Mais cette expérience préſente trop d'incertitudes.

Néanmoins, il paroît qu'effectivement les alkalis fixes ſe décompoſent par l'action d'un feu vif ſoutenu long-tems. Il eſt connu dans les verreries qu'en tenant long-tems la matière en fuſion, une partie de l'alkali s'évapore, & le verre en eſt plus pur. Vraiſemblablement

cet alkali se décompose, & peut-être s'en dégage-t-il pour lors quelqu'air.

En dissolvant, filtrant, évaporant plusieurs fois les alkalis fixes, il reste toujours une portion terreuse sur le filtre. On avoit cru que cette terre leur étoit étrangère, & venoit soit des creusets où on les avoit calcinés, soit du filtre dont ils auroient dissous une partie.

Mais M. Bayen rapporte que M. Deyeux s'étoit assuré, par des expériences multipliées, qu'on pouvoit retirer du natron une assez grande quantité de magnésie.

M. Dehenne fit ensuite la même observation.

M. Osburg a donné, dans les actes de l'Académie de Mayence, un très-bon Mémoire dans lequel il démontre également que par des procédés particuliers, on peut convertir en magnésie la plus grande partie du natron.

M. Lorgna a pris 4 gros de natron très-pur qu'il a combiné avec l'acide vitriolique, puis y a versé de l'alkali volatil. Le précipité a été abondant. Il pesoit 3 scrupules & 15 grains, c'étoit de la magnésie. Dans une autre expérience, il fit dissoudre dans l'eau 4 gros de natron cristallisé. Il filtra & évapora cette dissolution, ce qu'il répéta six fois. Il combina ensuite ce natron avec l'acide vitriolique, le

précipita par 2 gros d'alkali volatil. Il eut un précipité qui pesoit 6 scrupules, & qui étoit de la magnésie. Dans une troisième expérience ayant dissous jusqu'à huit fois la même quantité de natron, il eut 7 scrupules de magnésie; & il observa que ce natron avoit peine à se dissoudre dans l'eau.

Ces expériences semblent prouver que le natron peut se changer en magnésie, puisqu'il y en a à peu près la même quantité de décomposée qu'on obtient de magnésie.

Dans d'autres expériences, les alkalis fixes paroissent se décomposer, & passer à l'état d'alkalis volatils, ou ammoniacaux. Du vieux savon donne à la distillation de l'alkali ammoniacal. Ce ne peut pas être l'huile qui fournit cet alkali. Ce sera donc le natron, qui, par l'air inflammable de l'huile, aura éprouvé ce changement.

Pour retirer l'alkali du tartre, on pulvérise du tartre qu'on met dans de petits cornets de papier; on les trempe dans l'eau, & on les arrange dans un fourneau en mettant un lit de charbon & un lit de ces cornets. On met ensuite le feu au fourneau, & on laisse brûler le tout lentement. Lorsque le charbon est consommé, on prend les cornets, qui n'ont pas perdu leur forme, & on les jette dans

l'eau. Il se développe aussi-tôt une vive odeur d'alkali ammoniacal; on filtre la liqueur, on fait évaporer & on a l'alkali du tartre.

Rouelle, au lieu de jetter les cornets dans l'eau, les mit dans une cornue, & les soumit à une forte chaleur. Il obtint beaucoup d'alkali ammoniacal, & le résidu lui donna peu d'alkali fixe. Il paroît donc que cet alkali s'est changé en alkali ammoniacal.

Nous avons un grand nombre de procédés dans lesquels l'alkali ammoniacal paroît se former. Car on en retire des substances, qui certainement n'en contenoient point.

M. Bourdelin ayant humecté de la limaille de fer, & l'ayant laissée exposée à l'air, en l'humectant de tems en tems, la distilla ensuite & obtint de l'alkali volatil.

M. Baumé a distillé la limaille de fer avec du cinabre, & il a observé qu'il se dégageoit une vive odeur d'alkali ammoniacal.

M. Woulfe m'a dit qu'ayant fait un mêlange de nitre & de fleurs de zinc, il observa qu'au bout de six mois il s'en dégageoit une vive odeur d'alkali volatil.

M. Priestley rapporte qu'ayant exposé de la limaille d'acier sur de l'air nitreux, elle a acquis l'odeur d'alkali volatil.

M. Hauffman ayant fait passer de l'air nitreux

dans des diſſolutions de fer, a auſſi obtenu la même odeur d'alkali ammoniacal.

Voici un grand nombre de procédés différens dans leſquels on obtient de l'alkali ammoniacal de ſubſtances qui n'en contenoient certainement pas. On ne peut donc douter qu'il n'ait été formé. Mais quels ſont ces principes ?

L'eau ſe trouve certainement dans cet alkali comme dans toutes les ſubſtances ſalines.

Il doit, ainſi que les alkalis fixes, contenir le principe qui eſt dans la chaux, le cauſticon, puiſque ces ſubſtances ont un ſi grand nombre de qualités communes, comme nous venons de l'expoſer.

L'air inflammable ſe retrouve auſſi dans cet alkali; car en le faiſant paſſer, comme l'ont fait MM. Landriani, Prieſtley, dans des tubes de porcelaine à l'état d'incandeſcence, il s'en dégage une grande quantité d'air inflammable. Mais cet air inflammable contient de l'air impur.

L'étincelle électrique qu'on fait paſſer dans cet alkali, en dégage auſſi beaucoup d'air inflammable.

Lorſqu'on convertit cette ſubſtance en vapeur aériforme, on obtient de l'air inflammable qui prend feu en en approchant une bougie allumée.

Le nitre ammoniacal projeté dans un creuset incandescent détone tout seul ; le nitre fournit de l'air pur, & l'alkali ammoniacal l'air inflammable.

Schéele & Bergman ont fait voir que la fulmination de l'or étoit due à l'alkali volatil, avec lequel on précipite l'or. Cet alkali se décompose. Il fournit de l'air inflammable qui s'enflammant avec l'air pur de la chaux d'or produit cette vive détonation.

Ces deux célèbres Chimistes observèrent aussi que le résidu de cette détonation est de l'air impur. Celui de la détonation du nitre ammoniacal est aussi de l'air impur. D'où on a conclu que cet air impur étoit un des autres élémens de l'alkali ammoniacal avec l'air inflammable.

M. Berthollet croit qu'il y a dans cet alkali 1,10 mesures d'air impur, & 2,90 mesures d'air inflammable.

J'ai mis 2 gros de nitre ammoniacal dans une petite cornue de verre luttée, & j'ai fait chauffer lentement. Le bec de la cornue plongeoit dans le bain de mercure, sous une cloche pleine de mercure. J'ai reçu dans une cloche les premières portions d'air qui alloient à 10 pouces. Une mesure de cet air & une d'air nitreux ont laissé pour résidu 1,19. Une mesure

de ce même air mêlée avec une d'air atmosphérique, il y a eu une légère absorption, & les deux mesures ont été réduites à 1,89. Ce qui indique qu'il contenoit un peu d'air nitreux. Aussi en avoit-il l'odeur. Le feu étant continué, la détonation a été plus vive, il a passé une portion du nitre, que j'ai estimé à environ une quinzaine de grains, beaucoup d'eau, & environ 25 pouces d'air. L'eau de chaux n'en a pas été précipitée. Ainsi il n'y avoit point d'air acide. Il étoit un peu plus impur que le précédent. Car une mesure & une d'air nitreux ont laissé 1,57. L'eau obtenue provient, soit de celle de cristallisation, soit de celle qui se dégage de la détonation de l'air pur & de l'air inflammable.

Cette expérience nous fait voir que l'air dégagé est une espèce d'air moins pur que l'air commun, contenant de l'air pur, de l'air impur & une petite portion d'air nitreux, & point d'air acide. Je n'ai pu estimer la quantité d'eau obtenue, parce qu'elle adhère à la cloche & demeure sur le mercure. La portion de nitre volatilisée est aussi incertaine.

Nous ne pouvons donc tirer des conclusions exactes de cette expérience. 1°. La détonation de l'air inflammable & de l'air pur, laisse toujours un résidu d'air impur. 2°. L'acide nitreux

contient auſſi de l'air impur. Mais nous avons de l'air pur dont une partie pourroit venir de l'acide nitreux. On ne ſauroit donc encore aſſigner les proportions de l'air inflammable & de l'air impur dans cet alkali.

Voilà donc quatre principes qui paroiſſent ſe trouver dans cette ſubſtance, 1°. l'eau, 2°. le cauſticon, 3°. l'air inflammable, 4°. l'air impur.

Mais ſont-ce les ſeuls principes de l'alkali volatil ou ammoniacal? C'eſt ce que je ne penſe pas? Nous ne pouvons jamais aſſurer qu'une analyſe eſt complette, que quand elle eſt confirmée par la ſynthèſe.

J'ai mêlé de l'air inflammable & de l'air impur, je les ai chauffés, j'y ai ajouté des terres calcaires, de la chaux. Je n'ai point obtenu d'alkali ammoniacal. Il eſt vrai que la nature fait ſes combinaiſons d'une manière qui nous eſt peu connue. Néanmoins nous avons un ſi grand nombre d'expériences où l'air inflammable & l'air impur ſe retrouvent ſans donner d'alkali ammoniacal, que je ne penſe pas qu'ils puiſſent ſeuls en former.

Dans la diſtillation de la plupart des ſubſtances végétales, telles que le corps muqueux, les huiles, &c. on retire de l'air inflammable & de l'air impur ſans avoir d'alkali ammoniacal.

Je penſe donc qu'il entre encore dans cet alkali un peu d'air pur, non dans toute ſa pureté, mais tel qu'il ſe trouve dans l'air nitreux, ſur-tout l'air nitreux avec excès d'air pur. Voici les faits ſur leſquels j'appuie mes ſoupçons.

Nous avons vu que de la limaille d'acier humectée étant expoſée ſur de l'air nitreux, il y a production d'alkali volatil, & en même tems une grande abſorption d'air. Or du fer humecté laiſſe dégager de l'air inflammable; il ſe combinera avec l'air nitreux. Cet air nitreux contient de l'air pur, de l'air impur & de l'air inflammable. Ils entreront tous ou en partie dans le nouveau compoſé. Mais en ſe combinant il ſe dégage de l'eau & beaucoup de matière de la chaleur, qui deviendront auſſi principes du même alkali.

L'air nitreux, mêlé avec l'air inflammable ſulfureux, ſe combine, & il y a auſſi production d'alkali volatil.

La même choſe a lieu en faiſant paſſer cet air nitreux dans du vitriol de fer. Le fer eſt précipité en noir brun.

Le fer diſtillé avec le cinabre donne encore le même alkali. Le mercure dans le cinabre eſt réduit en partie en chaux. Il s'en dégage donc de l'air pur dans la révivification. Le fer donne de l'air inflammable.

M. Storr ayant ſublimé des feuilles d'or avec le ſel ammoniac a obſervé qu'il y avoit eu une portion d'or calcinée ; d'où on doit conclure que l'acide marin a diſſous l'or, ce qui ne peut avoir été qu'autant qu'il auroit eu un excès d'air pur qu'il n'auroit pu emprunter que de l'alkali ammoniacal.

Dans la détonation du nitre ammoniacal, nous avons eu beaucoup d'air, dont une portion eſt de l'air pur. Tout cet air pur ne provient certainement pas de l'acide nitreux. Une partie peut être due à la décompoſition de l'alkali.

Enfin j'ai mis de l'alkali ammoniacal très-cauſtique dans une petite fiole que j'ai chauffée aſſez violemment pour en retirer l'air ammoniacal ou alkalin, à l'appareil au mercure. Une partie de l'alkali a été décompoſée. J'ai enſuite introduit de l'eau dans la cloche, & j'ai bien agité ; l'air alkalin a été abſorbé. Mais il eſt reſté une partie qui ne l'a pas été & qui étoit inflammable. Une meſure & une d'air nitreux ont laiſſé un réſidu de 1,77. Ce qui annonce qu'il y avoit de l'air pur. On pourroit dire, il eſt vrai, que cet air pur eſt dû à l'agitation de l'air inflammable & de l'air impur dans l'eau, qui, comme nous l'avons vu, ſont toujours changés en air pur. Quoique ceci puiſſe

être,

être, cependant tous les autres phénomènes que nous venons de rapporter, ne permettent pas de dire que ce ſoit la ſeule cauſe de cet air pur.

Mais ſuivons ſur-tout le travail de la nature dans la formation de l'alkali ammoniacal chez les êtres organiſés. Nous allons commencer par les végétaux.

Les ſucs de la plante d'abord purement aqueux, enſuite acerbes, paſſent à l'aigre ou acide. Les corps muqueux, huileux, &c. ſe forment, &c. enfin paroît la matière glutineuſe où ſe trouve l'alkali ammoniacal.

Mais les corps muqueux les plus élaborés, donnent auſſi le même alkali. Les gommes ſont de vrais corps muqueux, puiſqu'on en retire l'acide ſaccharin. Cependant à la diſtillation, ils donnent de l'alkali ammoniacal. Cet alkali ne peut être dû à une portion de ſubſtance glutineuſe, puiſqu'elles ſe diſſolvent entièrement dans l'eau, ce que ne fait pas la partie glutineuſe. Il provient donc du corps muqueux altéré.

La fumée du bois eſt acide, & emporte avec elle une partie huileuſe qui n'eſt pas entièrement conſumée & du charbon ſans alkali ammoniacal. Mais ſi on diſtille cette ſuie, on en retire de l'alkali.

Nous avons vu que le tartre diſtillé deux fois donne auſſi beaucoup d'alkali ammoniacal.

Les principes de ce même alkali ſe retrouvent encore dans la ſubſtance glutineuſe, dans la partie caſeuſe, &c.

Les plantes crucifères contiennent d'abord les mêmes principes que les autres. Mais par un travail plus conſidérable de la nature, qui élabore davantage leurs ſucs, on en retire enſuite de l'alkali ammoniacal.

Enfin, les gelées animales aigriſſent avant que de paſſer à la putréfaction, & néanmoins elles ne donnent que de l'alkali volatil ſans acide lorſqu'on les diſtille. Elles ne contiennent cependant point cet alkali tout formé. Car dans une ſubſtance animale très-fraîche, dans une gelée, on n'y retrouve point d'alkali ammoniacal libre. Il n'y eſt point non plus combiné ſous forme ammoniacale quelconque. C'eſt ce que prouve l'expérience ſuivante.

J'ai verſé dans de la gelée animale de l'eau de chaux que j'ai bien mêlangée. Il n'y a eu aucun dégagement d'alkali ammoniacal. J'ai employé le lait de chaux auſſi inutilement, ainſi que le natron cauſtique.

J'ai pour lors verſé dans cette même gelée de l'eau où j'avois fait diſſoudre du ſel ammoniac; puis j'y ai ajouté du lait de chaux,

qui a aussi-tôt dégagé l'alkali ammoniacal.

Cette gelée animale ne contient donc point d'alkali ammoniacal ou au moins n'en contient pas une quantité sensible; & cependant à la distillation elle se change toute en cet alkali.

Les mêmes expériences donnent des résultats analogues avec la substance glutineuse, avec les plantes crucifères, avec les gommes, avec la suie, &c. On peut, par conséquent, assurer que l'alkali ammoniacal n'existe point dans toutes ces substances.

Cependant elles en fournissent une très-grande quantité lorsqu'on les distille ou qu'elles passent à la putréfaction. Il faut donc conclure qu'elles en contiennent seulement les principes.

Quel est donc ce principe, qui dans toutes ces substances se change si facilement en alkali ammoniacal? Je l'ai nommé, dans mes Vues Physiologiques, *principe salin animal.* C'est l'acide végétal, qui est altéré chez l'animal, & passe ensuite à l'état d'alkali ammoniacal.

La nature, chez l'animal, élabore tous les sucs que lui a fournis le végétal. Elle absorbe sans cesse de la matière de la lumière qu'elle combine de nouveau. Elle a aussi une grande quantité de chaleur. Aussi est-elle toujours surchargée de ces principes, dont elle cherche sans cesse à se débarrasser, comme nous l'avons

vu, ſoit par la reſpiration, ſoit autrement. C'eſt pourquoi l'air pur lui eſt ſi utile, parce qu'il s'unit à ces principes & eſt changé, ſoit en air acide, ſoit en air impur, &c.

Les acides qui ſe décompoſent facilement, & en qui l'air pur eſt peu adhérent, ſeront donc altérés. Leur air pur ſera vicié, & dès lors ils ceſſeront d'être acides. C'eſt ce qui arrive à l'acide nitreux, qu'on ne retrouve plus dans l'économie animale, quoiqu'on ne puiſſe douter qu'il n'y ſoit ſouvent porté. L'acide marin, l'acide vitriolique, l'acide phoſphorique, ſe décompoſant moins facilement, ſe conſerveront & ne ſeront point détruits, ou au moins il n'y en aura qu'une certaine quantité.

Mais les acides végétaux ſont comme l'acide nitreux, & ſe décompoſent facilement. Leur air pur ſera donc altéré, vicié, à peu près comme il l'eſt dans l'air nitreux. Ces acides ne ſeront donc preſque plus acides, ſi on peut ſe ſervir de cette expreſſion. Ils contiennent d'ailleurs beaucoup d'air inflammable, d'air impur & d'air acide. Il arrivera donc que dès qu'on les combinera avec une plus grande quantité des principes qui les ont altérés, ils changeront abſolument de nature, & paſſeront entièrement en alkali ammoniacal. C'eſt ce

qu'opère la chaleur, soit dans la distillation, soit dans la putréfaction.

Le *principe salin animal* ne sera donc que l'acide végétal dénaturé, & dont l'air pur aura été altéré, comme dans l'air nitreux. Il n'est pas facile de dire en quoi consiste cette altération de l'air pur. Nous avons vu que l'air nitreux avec excès d'air pur entretient la flamme des corps, qui même y brûlent avec plus d'éclat que dans l'air ordinaire, & cependant cet air nitreux absorbe l'air atmosphérique & l'air pur. Quelle est donc l'altération qu'a subie cet air pur de l'air nitreux avec excès d'air pur qui s'y trouve, sans pouvoir s'y combiner? C'est ce que nous ignorons. Ce qui me fait soupçonner que dans le principe salin animal, l'air pur s'y trouve sous la même forme, c'est que l'air nitreux donne volontiers de l'alkali volatil avec tous les corps qui laissent dégager l'air inflammable, comme avec le fer, le zinc, &c. Il paroîtroit donc, par ces expériences, que l'air pur se trouve dans l'alkali ammoniacal, ou au moins est nécessaire à sa formation.

Nous avons encore d'autres faits qui confirment ceux-ci. Les chaux métalliques contiennent de l'air pur uni à la matière de la chaleur, & elles ont toutes les qualités des alkalis. Mais si on leur ajoute de l'air pur, & qu'on

leur ôte de l'air inflammable, elles passent à l'état d'acides. Les acides végétaux au contraire en dénaturant leur air pur, & leur ajoutant de l'air inflammable, passeront à l'état d'alkali ammoniacal.

Tous les alkalis réduisent les métaux en chaux, & doivent leur fournir de l'air pur.

Enfin, le sel marin ammoniacal paroît attaquer l'or, ce qu'il ne peut faire qu'autant que l'acide marin emprunteroit de l'air pur de l'alkali ammoniacal.

On doit appliquer tout ce que nous venons dire sur l'alkali ammoniacal, retiré du règne animal, à celui qu'on obtient du règne végétal.

Dans la gomme, dans la substance glutineuse, dans les plantes crucifères, l'acide végétal aura été également élaboré, dénaturé & amené à l'état du *principe salin animal.*

Dans la suie, dans le tartre qui a souffert deux combustions, l'acide a aussi souffert la même altération. Ici l'action du feu a produit le même effet que les forces vitales dans les êtres organisés.

Ainsi tous les alkalis ammoniacaux retirés des règnes animés, ne seront donc que l'acide végétal qui aura été élaboré, aura perdu de son air pur, & se sera combiné avec une nouvelle quantité d'air inflammable & d'air impur.

Nous retrouvons les mêmes principes dans les alkalis volatils, obtenus par les autres procédés; ſavoir par l'air nitreux introduit ſur le fer humecté, ou dans une diſſolution de vitriol martial, dans la diſtillation du cinabre & de la limaille de fer, dans un mélange de nitre & de fleurs de zinc, &c.

L'alkali ammoniacal ſera donc compoſé, 1°. d'air pur altéré, 2°. d'air inflammable, 3°. d'air impur, 4°. d'eau, 5°. du cauſticon. Peut-être contient-il encore d'autres principes.

Mais les alkalis fixes peuvent paſſer à l'état d'alkali ammoniacal; en diſtillant le tartre qui a déjà éprouvé une première combuſtion, on obtient beaucoup d'alkali ammoniacal. Or le tartre contient l'alkali du tartre ou de potaſſe. Le ſavon, d'un autre côté, eſt fait avec le natron, & lorſqu'il eſt vieux, il donne à la diſtillation de l'alkali ammoniacal. Dans ces opérations, les alkalis fixes paſſent donc à l'état d'alkali ammoniacal; mais il leur faut le concours de ſubſtances qui contiennent beaucoup d'air inflammable, d'air impur, &c. tels que ſont ici le tartre & l'huile.

Il paroîtroit donc que les alkalis fixes ne diffèrent des alkalis volatils, que parce que ceux-ci contiennent plus d'air inflammable. Ils ſeront donc également compoſés, 1°. d'air pur

altéré, 2°. d'air inflammable, 3°. d'air impur, 4°. d'eau, 5°. du causticon. Peut-être sont-ils aussi formés chez les végétaux & les animaux par l'acide végétal altéré.

D'un autre côté, le natron paroît se convertir en magnésie, d'après les expériences de MM. Deyeux, Dehenne, Lorgna, Osburg, &c. Cette magnésie pourroit donc aussi passer à l'état d'alkali volatil. Elle paroîtroit donc aussi composée, comme les alkalis, de différentes espèces d'air du causticon & de l'eau.

Ces analyses répondent parfaitement à la synthèse. Car nous avons vu dans les nitrières les deux alkalis fixes produits par le concours de l'air atmosphérique & de l'air putride. Or, ces airs contiennent 1°. de l'air pur, 2°. de l'air inflammable, 3°. de l'air impur, 4°. de l'air acide, 5°. le causticon s'y trouve également, 6°. ainsi que l'eau.

La nature emploie encore les mêmes principes dans la production des alkalis chez les végétaux & les animaux, comme nous l'avons prouvé. Ainsi tout concourt à établir cette production des alkalis.

Telles sont les notions que nous pouvons avoir dans ce moment sur les alkalis. Quoiqu'elles soient fondées sur des expériences incontestables, elles ne porteront cependant

le caractère de démonſtration que lorſque nous pourrons former dans des vaiſſeaux les alkalis en combinant les ſubſtances que nous croyons en être les principes.

Cette analyſe des alkalis confirme ce que j'avois dit dans la première édition de cet Ouvrage, que les acides & les alkalis ont les plus grands rapports, & ne diffèrent pas autant les uns des autres qu'on pourroit le croire, & effectivement on voit qu'ils ont à peu près les mêmes principes communs. La plus grande différence eſt peut-être que les acides contiennent plus d'air pur, & les alkalis plus d'air impur & d'air inflammable. Mais ils tirent, les uns & les autres, leur grande activité d'un principe commun, la matière du feu combinée, le cauſticon.



DE L'ALKALI AMMONIACAL A L'ÉTAT AÉRIFORME,

(ou *De l'Air Ammoniacal ou Alkalin*).

CET alkali eſt très-volatil, celui ſur-tout qui eſt dans l'état de cauſticité, & qu'on obtient du ſel marin ammoniacal, par le moyen des chaux calcaires & métalliques. Il s'échappe en grande abondance ſous forme de vapeurs, toutes les fois qu'on débouche les vaſes qui le renferment. Ces faits étoient connus. Mais on n'avoit pas cherché à le contenir à l'état aériforme dans des vaiſſeaux ſur le mercure.

M. Prieſtley, à qui nous devons la découverte de cet air, y fut conduit par celle qu'il avoit faite précédemment de l'air acide marin. Il ajuſta un petit appareil au mercure, à une fiole dans laquelle il mit différens alkalis volatils, tels que celui du ſel marin ammoniacal, celui de corne de cerf, &c. & il expoſa la fiole à la flamme d'une chandelle. Il s'en dégagea auſſi-tôt une vapeur conſidérable, qui paſſa dans la cloche, & s'y ſoutint ſous forme de fluide élaſtique. Y ayant introduit de l'eau, cette vapeur fut abſorbée, & il obtint l'alkali

ammoniacal caustique ou fluor le plus concentré qu'il ait jamais eu.

Il faut, dans cette expérience, n'employer que l'alkali ammoniacal caustique. Car si on se sert de celui qui est concret ou combiné avec l'air acide, il passe avec l'air alkalin beaucoup d'air acide, qui pourroit induire en erreur. Pour avoir cet air plus pur, je préfère d'employer le sel marin ammoniacal avec la chaux très-caustique. En chauffant légèrement la fiole il se dégage un air ammoniacal très-pur.

Si on plonge subitement dans cet air une bougie allumée, elle s'y éteint. Mais en la descendant lentement dans la cloche, il s'y introduit de l'air atmosphérique, la flamme de la bougie s'agrandit, se colore en jaune & finit par s'y éteindre. Cette expérience prouve que l'air alkalin est inflammable jusqu'à un certain point.

On peut le rendre beaucoup plus inflammable en augmentant la chaleur. Pour lors il ne s'absorbe pas tout dans l'eau, & la portion restante est très-inflammable. C'est que la chaleur décompose une portion de l'alkali, & en dégage de l'air inflammable, comme nous l'avons vu. Une partie est absorbée par l'air nitreux, ce qui y annonce de l'air pur.

L'air ammoniacal mêlé avec l'acide marin

aériforme, forme du fel marin ammoniacal. Ces deux airs, en fe combinant, produifent une vapeur extrêmement blanche, & s'abforbent avec chaleur. L'air ammoniacal s'unit également avec les autres acides, & forme les différens fels ammoniacaux, fuivant la nature de l'acide qu'on lui préfente.

Toutes ces propriétés de l'air ammoniacal, font voir qu'il n'eft point au nombre des airs permanens. Cet air n'eft que l'alkali ammoniacal qui paffe à l'état aériforme.

Les alkalis fixes, traités comme l'ammoniacal, ne fe volatilifent point, & ne fauroient fe convertir à l'état aériforme. Cependant, il eft vraifemblable que par un coup de feu affez violent on les volatiliferoit; car nous favons que dans les verreries, en foutenant le feu affez long-tems, on volatilife l'alkali, & il n'en refte qu'une très-petite quantité dans le verre. Mais nous ignorons ce qui fe paffe dans cette opération. L'alkali eft-il volatilifé en fubftance? ou eft-il décompofé? Et en fuppofant qu'il ne foit point décompofé dans cette opération, fe foutiendroit-il à l'état aériforme, & le froid ne le condenferoit-il pas? & pour lors on ne pourroit plus dire qu'il foit vraiment à l'état aériforme.

DES SUBSTANCES MÉTALLIQUES, DE LEURS CHAUX ET DE LEURS ACIDES.

La nature produit journellement les subſtances métalliques, comme elle forme les autres corps. Sans parler de ceux qu'elle élabore continuellement dans l'intérieur du globe, où nous ne pouvons pas facilement ſuivre ſes opérations, nous la voyons tous les jours en compoſer chez les êtres organiſés. Les végétaux & les animaux contiennent beaucoup de fer, & dans ce fer on y a toujours trouvé de l'or. Beccher, Henckel, &c. s'en étoient déjà apperçus. Mais dans ces derniers tems M. Sage & pluſieurs autres Chimiſtes, ayant répété l'expérience avec ſoin, ont bien conſtaté qu'il y avoit toujours de l'or dans les cendres des végétaux. On en a retiré également de la terre végétale. Les diſcuſſions qui ſe ſont élevées à cet égard n'étoient que ſur les quantités. Schéele a même cru reconnoître de la manganèſe dans les cendres.

On auroit pu dire que ces métaux étoient charriés avec la sève dans la plante, & qu'ils venoient de la terre, L'expérience de Vanhel-

mont paroissoit néanmoins lever tout doute à cet égard. Il a nourri un saule dans une terre épuisée par le lavage de toute substance saline ; & la plante étoit semblable aux autres. MM. Eller, Bonnet, Duhamel, &c. ont répété l'expérience avec le même succès. Ils ont même élevé des plantes dans l'eau pure.

J'ai également élevé des plantes dans l'eau, & pour plus grande exactitude, je me suis servi d'eau distillée. Les plantes que j'ai nourries ainsi m'ont donné à la distillation les mêmes produits que les autres. L'eau distillée n'a pu leur fournir ni le fer, ni l'or. Il faut donc que ces métaux y soient formés par les forces de la végétation.

Or nous savons que les végétaux absorbent une grande quantité d'air. Ils se nourrissent aussi de la lumière du soleil, peut-être du fluide électrique, &c. L'eau est également un de leurs principes les plus abondans. Ce seront donc tous ces principes ou quelques-uns seulement, qui formeront les substances métalliques contenues dans les plantes.

Les liqueurs animales contiennent également une grande quantité de substances métalliques. Menghini a démontré qu'une livre de sang contenoit 2 gros de fer, & en estimant qu'un homme ordinaire a 13 livres de sang, il s'en-

fuit qu'il y a dans fon fang 3 onces 2 gros de fer. Ce fer contient vraifemblablement de l'or & peut-être de la manganèfe.

On pourroit dire, à la vérité, que ces métaux ont été portés dans l'économie animale par les végétaux qui fervent à nourrir toutes les claffes du règne animal, ou directement, tels que les frugivores, ou indirectement, tels que les carnivores. Néanmoins on ne fauroit guère douter que les forces vitales ne foient capables de produire des fubftances métalliques chez les animaux comme chez les végétaux. Ces notions s'accordent d'ailleurs affez bien avec celles que nous avons dans ce moment fur les fubftances métalliques.

Les métaux fe préfentent dans la nature fous plufieurs formes. Ils font rarement purs. Quand ils le font, on les appelle métaux *natifs* ou *vierges*. Mais le plus fouvent ils font combinés avec différentes fubftances, qui les minéralifent. Ces minéralifateurs font le foufre, l'arfenic, l'acide marin, l'air acide ou fixe, l'acide phofphorique, &c.

L'art travaille ces mines fuivant les principes de la docimafie. Il en fépare le minéralifateur & les différentes fubftances étrangères qu'elles peuvent contenir. Cette féparation ne s'opère que par le moyen du charbon, ou de tout

autre corps qui contient le principe de l'inflammabilité ou air inflammable; & pour lors on obtient une masse homogène qui jouit de toutes ses propriétés métalliques, a le *facies metallica*, la ductilité, l'élasticité, &c. le métal peut être dépouillé de nouveau de ses propriétés essentielles, perdre son éclat métallique, sa ductilité, son élasticité, &c. & être réduit sous forme terreuse. C'est ce qu'on appelle chaux métallique ou métal calciné.

Tous les métaux amenés à l'état de pureté sont capables de cristalliser. Les formes qu'ils affectent ordinairement, sont le cube & l'octaèdre. C'est ce qu'ont fait voir MM. Brogniard, Mongès, &c. Ils mettoient la substance métallique dans un creuset; lorsqu'elle étoit dans une parfaite fusion, ils retiroient le creuset du feu. La masse se refroidit d'abord à la surface. Il se forme une croûte, pour lors ils inclinoient le creuset pour faire couler une partie de la substance, parce qu'ils pensoient qu'il falloit un vuide pour la formation des cristaux.

Mais M. l'abbé Pouget, qui a recommencé ce travail, a fait voir que ce vuide n'étoit point nécessaire, & que les cristaux métalliques se formoient dans la masse en fusion, comme les cristaux d'un sel se forment au milieu de la

liqueur,

liqueur, ou des glaçons au milieu de la glace.

Il a fait fondre du bismuth, & lorsque le métal a acquis un certain refroidissement, quoique toujours en fusion, il y a plongé une épingle, & en a rapporté un petit cube. Il a renversé le creuset & a vu une foule de cristaux tout formés.

Les métaux contiennent souvent des substances étrangères. Rinman & Bergman ont fait voir que le fer & l'acier contenoient presque toujours de la plombagine. On a aussi cru retrouver cette plombagine dans d'autres métaux. Il peut encore demeurer quelquefois interposé dans la masse métallique du charbon, ou autres substances, mais qui lui sont absolument étrangères.

Qu'est-ce qu'un métal ? On sent bien que puisque nos connoissances sur les corps qui paroissent les plus faciles à analyser, sont si peu avancées, nous connoissons encore bien moins ceux-ci, sur lesquels l'art a si peu d'action. Aussi les sentimens des Chimistes sont-ils partagés sur leur nature.

Beccher regardoit les métaux comme composés de la terre vitrifiable, du principe inflammable, & de la terre mercurielle. Il pensoit que la terre mercurielle étoit plus abondante dans les métaux blancs. Mais cette terre

paroît abſolument hypothétique. Auſſi Stahl l'a-t-il abandonné, & n'admet dans les métaux que le principe inflammable & la terre vitrifiable, parce que tous les métaux peuvent ſe réduire en verre. Ces deux grands Chimiſtes regardoient le principe inflammable comme identique dans tous les métaux, puiſqu'on peut réduire toutes les chaux métalliques avec le même charbon. Mais ils penſoient que l'autre principe étoit différent dans chaque métal.

L'analyſe s'étant perfectionnée depuis ces célèbres Chimiſtes, nous avons fait un pas de plus dans la connoiſſance des ſubſtances métalliques, & il eſt prouvé que ce que Stahl appeloit la terre vitrifiable des métaux eſt un véritable acide.

La cauſticité de la chaux d'arſenic & ſa grande ſolubilité dans l'eau l'avoient fait ranger depuis long-tems parmi les ſubſtances ſalines. Barlet en le traitant avec le nitre, avoit obtenu un ſel neutre bien différent du nitre. Macquer examina ce ſel plus en détail, & l'appela ſel neutre arſenical. Mais il étoit réſervé à l'immortel Schéele de bien déterminer la nature de ce ſel, & de faire voir qu'il contenoit un acide particulier. Il changea la chaux d'arſenic en un acide véritable, blanc ſans couleur, comme l'acide vitriolique le plus pur; & en

traitant ce même acide arſenical avec les matières qui contiennent du principe inflammable, il le fit repaſſer à l'état de régule d'arſenic. En conſéquence, il regarde les ſubſtances métalliques comme des eſpèces d'acides ſaturés par le principe inflammable, ainſi que l'eſt l'acide vitriolique dans le ſoufre, l'acide phoſphorique dans le phoſphore.

Ces ſubſtances ſont d'ailleurs inflammables, comme le ſoufre & le phoſphore. Le zinc, l'arſenic, le fer brûlent avec une belle flamme. M. Gahn fait auſſi très-bien brûler l'étain. Il en chauffe à blanc un petit bouton à la flamme d'un chalumeau, & le jette ſur une feuille de papier. Le bouton ſe calcine tout en donnant une très-belle flamme. Enfin, la plupart des métaux détonnent avec le nitre, comme nous le verrons. Cette combuſtion des métaux a fait naître les mêmes difficultés que celle du ſoufre & du phoſphore.

Ceux qui reconnoiſſent l'exiſtence du phlogiſtique, ou d'un ſeul principe inflammable qui paſſe d'un corps dans un autre, regardent les métaux comme des eſpèces de ſoufre; c'eſt-à-dire, des acides combinés avec ce principe de l'inflammabilité. Lorſqu'on brûle un métal, cette combuſtion eſt accompagnée des mêmes phénomènes que celle du ſoufre; c'eſt-

à-dire, que le principe de l'inflammabilité eſt dégagé, & il ſe forme de nouvelles combinaiſons. Je regarde ce principe inflammable comme le véritable air inflammable. Je ne répéterai pas ici les preuves que j'en ai données, tome I, pag. 170.

Ceux au contraire, qui n'admettent point le phlogiſtique, c'eſt-à-dire, un ſeul principe inflammable, diſent que les métaux ſont, ainſi que le ſoufre, des corps élémentaires ſimples, ou ſubſtances non décompoſées, combuſtibles par eux-mêmes, leſquels, en brûlant avec l'air pur, ne perdent rien, mais acquièrent ſimplement de l'air pur. Par conſéquent les chaux & acides métalliques ſont le métal combiné avec une plus ou moins grande quantité d'air pur; & tout l'air inflammable qu'on paroît retirer des métaux, ſoit par le feu, ſoit par la diſſolution, ne vient que de l'eau décompoſée & non du métal.

On voit que ce ſont les mêmes difficultés que pour la combuſtion du ſoufre & du phoſphore. Cependant celle des métaux préſentant quelques phénomènes particuliers, nous allons les expoſer avant que d'entrer dans la diſcuſſion de ces différentes opinions.

§. PREMIER.

Des Chaux métalliques.

La nature & l'art calcinent ou brûlent les métaux par trois moyens différens, 1°. par l'action du feu ou de la chaleur, 2°. en les faisant détoner avec le nitre, 3°. par différens menstrues ou dissolvans. Nous allons parler de chacun de ces procédés en particulier.

I. Le feu qui brûle & consume presque tous les corps, exerce la même action sur la plus grande partie des substances métalliques. Exposées à un degré de feu suffisant, elles brûlent la plupart avec flamme, & sont plus ou moins altérées. Cette opération s'appelle calcination à feu nud, & le métal qui a perdu toutes ses qualités, est réduit à l'état de chaux terreuse, de chaux métallique. Tous les métaux cependant ne peuvent point se calciner par ce moyen.

L'or, l'argent, la platine, résistent à cette action du feu; ils fondent, peuvent même être volatilisés, si le feu est assez violent, mais ne sont point réduits en chaux.

Le mercure se réduit en vapeurs à une chaleur de 300 degrés, & n'est point calciné. Il est cependant un procédé pour le convertir en chaux par l'action du feu. On met une petite

quantité de mercure dans un vase très-applati, surmonté d'un tube, qui n'a que quelques lignes de diamètre, & que Boile appelle *enfer.* Le vase est placé sur un bain de sable à une très-douce chaleur. Au bout de plusieurs mois le mercure se change en pellicules rougeâtres, qui ont acquis du poids. On l'a appelé *précipité per se.* Neuf parties de mercure donnent environ dix parties de ce précipité ou chaux de mercure par le feu.

Le plomb exposé au feu dans un vaisseau découvert, fond à un léger degré de chaleur, se convertit en une pellicule grise, qui est une vraie chaux de plomb. Si on hausse le degré de feu, cette pellicule devient jaune & s'appelle pour lors massicot. Pousse-t-on encore le feu en ménageant un courant d'air, la couleur jaune disparoît & passe au rouge. C'est ce qu'on appelle minium. 100 livres de plomb peuvent donner 109 de massicot & 112 de minium. Enfin, si le feu est violent, cette chaux de plomb se vitrifie d'abord sous forme de petites écailles, tantôt jaunes, tantôt blanches, & s'appelle litharge d'or ou litharge d'argent. Si la vitrification est encore poussée plus loin, on a un beau verre très-transparent, jaunâtre & si fluide, qu'il traverse tous les creusets.

L'étain se fond très-facilement, & se couvre

aussi-tôt d'une pellicule grise, qui est une chaux appelée cendre d'étain. Si on soutient le feu, elle devient blanche, dure, presqu'irréductible, & se nomme potée d'étain. Elle fait la base des émaux.

Le fer en barres chauffé à blanc s'écaille. Ces écailles deviennent noires, sont cassantes, plus pesantes que le fer, presque inattaquables aux acides. Mais si on expose de la limaille de fer dans un creuset, elle devient noire & acquiert un poids prodigieux : 100 parties de pareille limaille m'ont donné après la calcination 137. C'est ce qu'on appelle éthiops. Le fer, dans cet état, est encore attirable à l'aimant, & est presque insoluble aux acides, qui l'attaquent cependant un peu sans dégagement d'air inflammable.

Lorsqu'on calcine le fer dans des vaisseaux fermés, on en retire de l'air inflammable. J'ai pris 200 grains de limaille d'acier, que j'ai chauffée sur une plaque de fer à plus de 100 degrés; je l'ai mise ensuite dans un petit matras de verre bien lutté, & l'ai placé dans un creuset plein de sable. Je l'ai tenu à un grand feu. Il s'en est dégagé 12 pouces d'air inflammable d'une odeur très-empireumatique, & la limaille a été convertie en éthiops. Le feu soutenu plus long-tems, il ne s'est plus dégagé d'air. D'où

on a conclu que celui-ci étoit dû à de l'eau adhérente à la limaille, & qui est décomposée. Nous reviendrons à cette expérience.

Le fer brûle avec beaucoup d'éclat dans l'air pur. C'est une belle expérience de M. Ingen-Housz. On peut la faire de deux manières, 1°. en faisant rougir un fil de fer & l'introduisant dans une cloche tubulée pleine d'air pur. La seconde façon est d'attacher à l'extrêmité du fil de fer un morceau d'amadou sur laquelle on place un petit morceau de phosphore. Le phosphore allumé, l'amadou prend feu, & bientôt le fer brûle d'une flamme blanche en jetant de vives étincelles. Après l'opération il y a toujours un peu d'eau adhérente aux vaisseaux.

Le cuivre chauffé au blanc, brûle & colore la flamme en verd. Mais bientôt sa surface se ternit, devient d'un brun noir, & enfin s'élève en écailles. C'est la chaux de cuivre.

Le zinc est celui de tous les métaux qui brûle avec le plus de facilité. Un morceau de zinc mis dans un creuset, fond d'abord, puis devient d'un rouge blanc, & dans l'instant s'enflamme avec rapidité, & brûle d'une flamme la plus vive & la plus éclatante. Il est en même tems volatilisé sous forme de floccons lanugineux, qu'on appelle laine philosophique,

fleurs de zinc, qui n'eſt autre choſe qu'une chaux de zinc très-blanche.

L'antimoine fond aſſez facilement, & ſe couvre bientôt d'une chaux d'un gris cendré. Cette chaux, pouſſée à un grand feu, ſe fond ſous forme d'un verre, tantôt brun ſans tranſparence, qu'on nomme foie d'antimoine, tantôt ſous forme d'un verre couleur d'hyacinthe, qui eſt le vrai verre d'antimoine. Quelquefois cependant la chaux d'antimoine peut être amenée au point de ne pouvoir être réduite en verre. La chaux d'antimoine eſt volatile. Si on recouvre un creuſet où il y ait de l'antimoine en fuſion, il ſe ſublime en chaux criſtalliſée, en priſmes allongés. C'eſt une vraie chaux d'antimoine.

Le biſmuth ſe fond au 460[e] degré de thermomètre de Fahrenheit, & eſt bientôt converti en chaux jaunâtre, qui eſt en partie volatile.

Le cobalt exige un aſſez grand feu pour fondre. Il ſe réduit également en chaux, qui peut fondre en un verre bleu.

L'arſenic brûle avec une belle flamme blanche. Il ſe volatiliſe pour lors ſous forme de fumée blanche. Cette pouſſière s'attache à des cheminées pratiquées dans les fourneaux de fuſion, & fond très facilement en un verre tranſparent citrin, mais qui devient opaque à l'air.

Le nickel, la manganèſe, la molibdène, la thungſtène ſe réduiſent également en chaux; & même nous ne les avons, le plus ſouvent, que ſous cette forme. Mais on a encore peu d'expériences ſur ces ſubſtances. La manganèſe donne un verre purpurin.

Toutes ces calcinations ne ſe font bien que par le concours de l'air pur, qui ſe trouve en même tems abſorbé. Si on enferme du métal dans une cornue pleine d'air pur, & qu'on l'expoſe au feu, on verra qu'à meſure que le métal ſe calcinera, l'air ſera abſorbé, & le poids qu'acquerra la chaux, eſt à peu près correſpondant à celui de l'air abſorbé.

Cependant les métaux peuvent être réduits en chaux ſans air pur. M. Prieſtley a calciné des métaux dans des vaiſſeaux pleins de mercure, & dans des canons de fuſil. Il a auſſi calciné le plomb dans l'air acide. M. le comte de Morozzo a calciné le plomb, l'étain, le mercure dans l'air acide & dans l'air nitreux. M. Senebier dit que M. Pictet a également converti en chaux le plomb dans l'air acide, & avec des ſoins qui ne laiſſent aucun doute ſur le réſultat de l'expérience.

J'ai pareillement calciné la limaille d'acier dans de petits matras qui en étoient abſolument pleins; & le plomb dans des vaiſſeaux

remplis d'air acide, & d'air phlogistiqué ou impur.

J'ai rempli une petite cornue de mercure, & y ai fait passer de l'air acide. La cornue parfaitement pleine, j'y ai introduit un petit lingot de plomb du poids d'une once. En laissant ensuite le bec plongé dans le mercure, je l'ai exposé sur le feu; le plomb a fondu & s'est bientôt couvert d'une pellicule d'un gris foncé mêlée de quelques points jaunes. C'étoit donc une chaux grise de plomb, dont une partie a passé à l'état de massicot. Je l'ai tenu ainsi demi-heure dans un état de fusion. L'ayant retiré, & cassé la cornue, j'ai trouvé un culot recouvert d'une vraie chaux, qui ne différoit des chaux ordinaires de plomb, qu'en ce qu'elle étoit d'un gris un peu plus foncé. Le culot avoit augmenté en poids de 4 grains.

J'ai répété la même expérience en employant de l'air phlogistiqué & de l'air inflammable, au lieu d'air acide ou air fixe. Le plomb s'est également couvert d'une pellicule d'un gris foncé, inégale; enfin, d'une vraie chaux de plomb. J'avois employé 200 grains, il y a eu une augmentation de 6 grains. L'étain m'a présenté les mêmes résultats que le plomb.

Il faut convenir que la calcination n'est point aussi abondante dans ces différens airs, que

dans l'air pur. Néanmoins elle s'opère jusqu'à un certain point. La combustion présente les mêmes phénomènes. Quoiqu'elle ne se fasse bien que dans l'air pur, cependant on peut brûler le diamant, le charbon dans des vaisseaux fermés.

L'étincelle électrique, qu'on peut regarder comme un vrai feu, calcine également les métaux. M. Franklin paroît être le premier qui ait fait cette expérience. Elle a été répétée depuis par un grand nombre de Physiciens; & on est parvenu à calciner tous les métaux.

M. Franklin mit des petites feuilles d'or entre deux cartes, sous une petite presse, & ayant fait passer par ces feuilles la décharge électrique, il fut fort étonné de voir la carte colorée en pourpre, ce qui annonçoit que ce métal avoit été réduit en chaux.

M. Nairne est parvenu à fondre, par une décharge électrique, 3 pieds 9 pouces de fil de fer. M. Van-Marum a fondu 15 pieds d'un fil de fer qui a $\frac{1}{151}$ de pouce de diamètre, & 25 pieds de celui qui a $\frac{1}{340}$ de pouce de diamètre. Dans ces opérations, le métal est presque toujours calciné & réduit en scorie. Pour lors il donne une épaisse fumée. Des fils de plomb, d'étain, d'argent & de laiton, ont été également calcinés par une forte décharge, &

ſe ſont diſſipés en fumée. Si on les place entre des cartons, ceux-ci ſont colorés différemment par les différens métaux.

J'ai rendu compte (Journal de Phyſique 1787, Juin) de pareilles expériences auxquelles j'avois aſſiſté chez M. Charles. Ce Phyſicien eſt parvenu à calciner tous les métaux, la platine elle-même, par l'étincelle électrique. Les principaux phénomènes que préſente cette expérience, ſont 1°. que la détonation eſt plus ou moins bruyante, ſuivant les différens métaux. Elle eſt la plus vive avec l'or, enſuite avec la platine, l'argent, le cuivre, le fer, l'étain, le zinc. 2°. La couleur de l'étincelle varie. Avec l'or, elle eſt d'un jaune orangé; avec la platine, d'un blanc bleuâtre; avec le cuivre, d'un blanc verdâtre; avec l'étain & le zinc, blanche. 3°. Tous ces métaux donnent une fumée plus ou moins épaiſſe.

Nous deſirâmes enſuite de nous aſſurer ſi la calcination par l'étincelle électrique auroit également lieu dans différens airs. Nous nous ſervîmes d'abord de l'air inflammable, dont nous remplîmes une cloche après y avoir placé un ſil de fer de 5 pouces de longueur, avec les précautions convenables. Les batteries bien chargées, on tira l'étincelle. La cloche fut remplie d'une fumée épaiſſe, & le fil avoit

difparu. Mais peu à peu cette fumée fe condenfa autour de la boule du petit conducteur en forme d'aigrettes, qui avoient jufqu'à deux ou trois pouces de longueur; & la platine de la machine pneumatique fe couvroit d'une pouffière noire. Ces aigrettes tombèrent après un certain tems fur la platine. Je ramaffai cette pouffière, que je reconnus être du véritable éthiops. Elle étoit attirable à l'aimant, & fe diffolvoit dans les acides comme l'éthiops.

La même expérience réuffit dans l'air acide; mais les aigrettes n'étoient point auffi longues.

Le fer fut également calciné & réduit en éthiops dans l'air nitreux. Il eft vrai que celui-ci contient une portion d'air pur.

Nous voulûmes enfuite voir fi la même calcination auroit lieu dans le vuide. On prit un récipient de 42 pouces de capacité, dans lequel on ajufta, avec les précautions ordinaires, un fil d'or d'un pouce de longueur, & on fit le vuide au point que l'éprouvette ne marquoit que deux lignes. On tira l'étincelle, & le fil fut calciné.

Pour encore mieux s'affurer que c'étoit une vraie calcination, on couvrit la platine de papier blanc & on en enveloppa le fil. Après l'opération, le papier fut teint en poupre dans la plus grande partie. Cependant on voyoit

encore, dans quelques endroits, l'or dans sa couleur naturelle.

Nous résumerons de toutes ces expériences, que le métal, par cette calcination, perd, 1°. une partie de ses propriétés ; 2°. il acquiert beaucoup de poids ; nous avons vu que la chaux de fer en éthiops pèse un tiers en sus du métal employé ; 3°. il y a ordinairement absorption d'air ; 4°. lorsque l'opération se fait dans des vaisseaux fermés, il paroît souvent de l'humidité.

Quelques-unes de ces chaux exposées à l'air pur, attirent cet air & le changent en air acide ou air fixe.

J'ai fait bien chauffer une once de minium qui a acquis la couleur jaune. Je l'ai laissé refroidir, & l'ai ensuite mis sous une cloche contenant 12 pouces d'air pur & reposant sur le mercure. Au bout de 8 jours, il y avoit eu un pouce & un quart d'air absorbé. Je distillai pour lors une seconde fois ce massicot, & j'en retirai un air qui précipita l'eau de chaux, qui par conséquent contenoit de l'air acide.

Le minium ordinaire du commerce, fait depuis long-tems, donne aussi de l'air qui est un mêlange d'air pur & d'air acide. Il en est de même de la plupart des autres chaux métalliques faites par le feu, telles que le *précipité per se* ou chaux de mercure.

II. La ſeconde manière de calciner les métaux, eſt de les faire détoner avec le nitre. C'eſt peut-être le moyen d'avoir les chaux métalliques les plus pures. Il en eſt même qui, par ce procédé, ſont calcinées au point de ne pouvoir ſe réduire qu'avec la plus grande difficulté. L'antimoine diaphorétique fait par cette voie, a paſſé long-tems pour irréductible, vu ſa grande difficulté à être réduit.

Les chaux métalliques faites par ce procédé ſont entièrement ſemblables à celles qu'on obtient par le moyen du feu ſeul. M. de Morveau a traité par cette voie tous les métaux avec l'exactitude qu'on lui connoît, & il a obſervé que leurs chaux avoient acquis à peu près la même augmentation de poids que par la calcination au feu. Une once de fer détonée avec le nitre, a peſé, après l'opération, une once 2 gros 52 grains $\frac{1}{2}$.

300 grains de limaille de cuivre rouge peſoient, après la détonation, 330 grains.

Une once d'étain d'Angleterre peſoit, après la détonation, 93 grains $\frac{1}{2}$ plus qu'auparavant.

Une once de régule d'antimoine a acquis 177 grains d'augmentation.

J'ai répété ces expériences avec le plus grand ſoin, pour m'aſſurer de ce qui ſe paſſoit dans ces

ces expériences. (Journal de Physique, Septembre 1786.)

J'ai projeté dans un creuset chauffé à blanc de la limaille d'étain très-pur & du nitre. La détonation a été très-vive. L'étain a été calciné & le nitre alkalisé. J'ai mis une portion de ce résidu dans un flacon tubulé auquel étoit ajusté un siphon recourbé, qui plongeoit dans un vase d'eau de chaux sous une cloche pleine d'eau de chaux, & j'ai versé de l'acide marin dans le flacon. Il s'est excité une effervescence assez vive. L'air qui a passé sous la cloche a précipité l'eau de chaux, ce qui indique qu'il contenoit de l'air acide.

Un mélange de limaille de plomb & de nitre projeté dans un creuset chauffé à blanc, a détoné foiblement. Le plomb a été réduit en chaux d'un très-beau jaune. Cette chaux pourroit être utile dans les arts, sur-tout en peinture. Ayant versé de l'acide marin sur le résidu, il s'en est dégagé un air qui a précipité légèrement l'eau de chaux.

La limaille de fer projetée dans un creuset, où il y a du nitre en fusion, détonne avec beaucoup d'éclat. Le fer est calciné, & le nitre alkalisé. Des acides versés sur ce résidu en dégagent de l'air acide, qui précipite l'eau de chaux.

Le cuivre détonne également avec le nitre, mais très-foiblement. Cependant ce résidu paroît aussi contenir de l'air acide, qui se dégage lorsqu'on y verse un acide, & précipite l'eau de chaux.

L'or & l'argent ne paroissent pas détoner avec le nitre, non plus que le mercure, qui ne supporte pas le degré de feu nécessaire.

Le zinc, qui brûle avec tant d'éclat, produit aussi une très-belle détonation, lorsqu'on le jette dans un creuset où il y a du nitre en fusion. Une portion est volatilisée, sous forme de fleurs de zinc ou chaux de zinc. De l'acide marin versé sur le résidu en dégage un air qui précipite abondamment l'eau de chaux.

La détonation de l'antimoine a été assez vive, & il a été réduit en chaux blanche. De l'acide marin versé sur le résidu, l'eau de chaux n'en paroît pas altérée sensiblement.

La détonation du bismuth est foible. Il est converti en une chaux jaune. J'ai trouvé au fond du creuset une portion fondue & cristallisée. De l'acide marin versé sur le résidu, y produit une effervescence assez vive, & l'air dégagé trouble un peu l'eau de chaux.

Le régule d'arsenic a détoné avec une belle flamme blanche, accompagnée d'une fumée abondante. La matière s'est beaucoup bour-

fouflée, & eſt devenue d'un beau blanc. Ayant verſé de l'acide marin ſur le réſidu, il y a eu effervefcence, accompagnée de beaucoup de chaleur. L'air dégagé n'a pas cauſé un précipité ſenſible dans l'eau de chaux. Mais ayant fait détoner la chaux blanche d'arſenic, & ayant fait paſſer l'air qui s'eſt dégagé dans l'eau de chaux, il y a eu un précipité abondant.

La détonation du cobalt avec le nitre eſt foible. Le mêlange s'eſt beaucoup bourſouflé, & a pris une couleur noirâtre. Comme le cobalt contient le plus ſouvent de l'arſenic, il ſe peut que ce ſoit lui qui ait cauſé ce bourſouflement. L'acide marin verſé ſur ce réſidu en a dégagé un air qui a précipité l'eau de chaux.

On voit que dans toutes ces détonations par le nitre, il y a production d'une légère portion d'air acide; une partie de l'alkali du nitre ſe trouve aérée, mais la majeure partie eſt néanmoins à l'état de cauſticité.

Les ſubſtances métalliques éprouvent donc dans ces détonations, les mêmes changemens que lorſqu'elles ſont calcinées par le feu. Elles ſont réduites en chaux, & ces chaux pèſent plus que le métal qu'on a employé.

III. La troiſième manière de calciner les métaux, eſt de les diſſoudre dans les différens

menstrues qui peuvent les attaquer, & ensuite de les en dégager. Le métal est entièrement dépouillé de ses qualités & réduit en vraie chaux. Mais il se passe dans ces opérations un grand nombre de phénomènes intéressans dont nous allons rapporter les principaux.

Nous avons déjà vu que lorsqu'on dissout un métal par un acide, il y a toujours un dégagement d'une substance quelconque, le plus souvent c'est de l'air inflammable. Lorsqu'on verse un acide vitriolique étendu de beaucoup d'eau sur de la limaille de fer, de zinc, &c. il se dégage une très-grande quantité d'air inflammable, qui emporte toujours avec lui de petites portions d'acide & de fer ; mais si l'acide vitriolique est concentré, il attaque difficilement le fer. Il faut aider la dissolution par la chaleur, & faire bouillir l'acide. Pour lors, on n'obtient que de l'acide sulfureux & quelquefois du soufre. Il est un grand nombre de métaux, que l'acide vitriolique n'attaque que par le moyen de la chaleur, tels que le plomb, l'étain, le cuivre, &c. & alors il ne se dégage que de l'acide sulfureux & quelquefois du soufre. Quelques métaux, tels que l'or, la platine, &c. sont inattaquables à cet acide. Dans toutes ces expériences, une partie de l'acide est décomposée, comme nous l'avons

vu. Il faut bien obſerver que la quantité d'air inflammable obtenue varie beaucoup, ſuivant la qualité de l'acide, le degré de chaleur qu'on emploie, &c.

L'acide marin attaque auſſi quelques ſubſtances métalliques directement, tel que le fer, par exemple, & en dégage de l'air inflammable. Une partie de l'acide eſt auſſi décompoſée.

Les autres acides, tels que l'acide phoſphorique, l'acide arſenical, l'acide acéteux, l'acide tartareux, l'air acide, &c. &c. agiſſent auſſi plus ou moins ſur les ſubſtances métalliques, & dégagent de pluſieurs un air inflammable.

Mais il n'eſt aucun acide qui ait plus d'action ſur ces ſubſtances que l'acide nitreux. Il les attaque toutes, excepté peut-être l'or & la platine. L'air qui ſe dégage de ces diſſolutions eſt de l'air nitreux, qui quelquefois contient un excès d'air pur, & il y a auſſi une portion de l'acide décompoſée.

Il ſe préſente ici un phénomène fort intéreſſant. Un acide qui ne peut attaquer directement un métal, l'attaque indirectement. Si dans une diſſolution nitreuſe de plomb, par exemple, on verſe de l'acide vitriolique, &c. ce dernier acide enlève le métal à l'acide nitreux, & forme un nouveau ſel, qui ſe précipite au

fond de la liqueur. La même chose a lieu avec l'acide marin, avec l'acide phosphorique & tous les autres acides. Il est peu ou peut-être point d'acide qui n'enlève les métaux à l'acide nitreux, quoique celui-ci les attaque beaucoup plus puissamment que les autres, & que même il y en ait beaucoup que les autres acides n'attaquent pas.

L'action qu'exerce sur les mêmes substances l'acide marin avec excès d'air pur, nous fait voir la cause de ces phénomènes. Cet acide dissout l'or, la platine, l'argent, &c. que l'acide marin ne dissout pas. C'est donc à l'excès d'air pur que contient le premier, qu'est due sa vertu dissolvante. Nous avons vu que c'est à la même cause qu'est due son action sur l'esprit-de-vin, les huiles, &c. D'un autre côté, l'acide marin ordinaire dissout un grand nombre de chaux métalliques qui contiennent de l'air pur. Ainsi il paroît que c'est l'air pur de ces chaux qui facilite l'action de cet acide sur elles.

Or, l'acide nitreux a une grande quantité d'air pur qui lui est peu adhérent, puisqu'il s'en dégage beaucoup, de quelque manière qu'on traite cet acide. Il paroîtroit donc que c'est à cet air pur qu'est due la grande action qu'il exerce sur les substances métalliques, comme sur le sucre, les huiles, &c.

Les autres acides n'ayant pas la même quantité d'air pur que ces deux derniers, ou au moins l'air pur leur étant plus adhérent, ne pourront attaquer de même ces ſubſtances dans leur état de pureté. Mais lorſqu'elles auront été diſſoutes par l'acide nitreux, ils les lui enlèveront. Ces effets font dus à l'air pur de l'acide nitreux. C'eſt ce que prouve l'expérience ſuivante.

L'acide vitriolique, l'acide du tartre ou du vinaigre, n'attaquent pas le cuivre ſi on le plonge dans ces acides. Mais ſi on en arroſe ſeulement le cuivre & qu'on le laiſſe expoſé à l'air, il ſera diſſous, parce que l'air pur ſe combine & aide la diſſolution, en formant une eſpèce d'acide avec excès d'air pur. Une autre expérience confirme celle-ci.

J'ai mis de la limaille de cuivre rouge dans deux bocaux avec de l'acide vitriolique. J'ai ajouté dans l'un de la chaux de manganèſe. Le cuivre a été diſſous dans celui-ci, & n'a pas été attaqué du tout dans l'autre. C'eſt l'air pur que l'acide vitriolique dégage de la chaux de manganèſe, qui a fait agir l'acide ſur le cuivre.

Si dans une diſſolution de fer par l'acide vitriolique, on ajoute du cuivre; celui-ci ſera diſſous, quoique l'acide vitriolique n'attaque pas le cuivre ſeul. Mais ici le fer qui eſt réduit

en chaux, fournit assez d'air pur. Il en est de même de plusieurs autres métaux.

Ces expériences prouvent donc combien l'air pur est nécessaire pour que les acides puissent dissoudre les métaux. Nous avons vu que l'air pur n'est pas moins nécessaire pour que les acides attaquent le sucre, l'esprit-de-vin, &c. Toutes ces substances ont la plus grande analogie.

Le métal, dans sa dissolution, perd donc toujours une partie de son air inflammable pour s'unir à une portion d'air pur. Il est par conséquent à l'état de chaux.

Cependant il conserve une portion de son principe inflammable. J'ai fait dissoudre du plomb dans de l'acide nitreux, & ai fait cristalliser. Ce nitre de plomb, projeté dans un creuset chauffé au blanc, a détoné. Ce qui annonce qu'il contenoit un principe inflammable. La chaux d'arsenic jetée dans du nitre en fusion, détone aussi avec force, &c.

Il s'en suit que dans toutes les dissolutions des métaux par les acides, il y a toujours une partie de l'acide décomposée pour fournir une portion de son air pur à la chaux métallique, qui a perdu une partie de son principe inflammable, mais que devient l'autre portion de l'acide? c'est que nous examinerons ailleurs.

On pourroit calculer la quantité d'air inflammable qu'on retire d'un métal par un acide. Nous avons vu que 100 grains de limaille d'acier diſſous dans 4 onces d'un acide vitriolique affoibli, donnent 120 pouces d'air inflammable. Or le pied cube d'acier peut être ſuppoſé peſer environ 580 livres, ou 5,345,280 grains. Ainſi le pied cube d'acier donneroit 6,406,336 pouces d'air inflammable.

Les diſſolutions métalliques évaporées avec les précautions ordinaires, criſtalliſent & prennent des formes auſſi régulières que les autres ſubſtances ſalines.

Le métal peut enſuite être ſéparé de ſon diſſolvant par différens moyens. Il s'agit de fournir à l'acide une autre ſubſtance qui ait plus d'affinité avec lui. Si c'eſt un métal, il révivifiera celui qui étoit diſſous. Mais ſi c'eſt toute autre ſubſtance, pour lors le métal diſſous ſe précipite ſous une forme pulvérulente, qui eſt une vraie chaux métallique. Tous les alkalis & la plupart des ſubſtances terreuſes, précipitent ainſi les métaux. Mais ces précipitations ſont accompagnées de beaucoup de circonſtances que nous ne ſaurions toutes rapporter. Nous ne parlerons que des plus intéreſſantes pour notre objet.

Lorſqu'on précipite un métal par les alkalis

caustiques ou par les alkalis aérés, par la chaux ou par la terre calcaire, il y a une grande différence dans les précipités, parce que dans le premier cas, la matière de la chaleur s'unit au précipité ; & dans le second, une partie de l'air acide de l'alkali, ou de la terre calcaire s'y combine. Je dis une partie, parce que la grande effervescence qu'il y a, prouve qu'une autre partie de cet air acide est dégagée.

Ces précipités bien lavés dans plusieurs eaux pour les dépouiller de toutes parties étrangères, puis filtrés & desséchés autant qu'il est possible, pèsent toujours beaucoup plus que le métal employé.

J'ai dissous dans de l'acide nitreux pur, qui donnoit 36 à l'aréomètre, 100 grains d'argent pur. Je les ai ensuite précipités par le natron caustique. Le précipité lavé & desséché m'a donné 122 grains.

J'ai dissous dans le même acide nitreux 600 grains de mercure, & précipité par le natron caustique. Le précipité lavé & desséché pesoit 668 grains.

600 grains de mercure dissous dans le même acide nitreux & précipités ensuite par le natron aéré, pesoient 725 grains. On sent qu'il y a toujours des pertes dans ces lavages & filtrations, & que par conséquent les résultats ne

peuvent être parfaitement éxacts. D'ailleurs il y a le plus souvent une petite partie du métal volatilisée. Enfin, on n'est jamais sûr d'être arrivé à une parfaite dessication.

On voit par ces expériences, qui sont les mêmes pour tous les métaux, 1°. que les précipités métalliques acquièrent du poids, 2°. que ceux faits par les alkalis aérés en acquièrent encore davantage par la portion d'air acide qu'ils retiennent.

Le métal éprouve donc dans sa dissolution par les acides, les mêmes altérations que lorsqu'il est calciné par le feu. Effectivement, les chaux métalliques obtenues de cette manière, ne diffèrent pas de celles faites par le feu. Elles acquièrent à peu près le même poids, ont de la causticité, &c. celles des métaux qui calcinés par le feu, se révivifient seuls, en donnant beaucoup d'air pur, telles que celles de mercure, d'argent, &c. présentent les mêmes phénomènes lorsqu'elles ont été obtenues des dissolutions métalliques. Ainsi les précipités de mercure obtenus des dissolutions de ce métal dans les acides nitreux, vitriolique, marin, &c. se révivifient seules & donnent beaucoup d'air pur, &c.

Ces précipités sont aussi très-avides d'air pur. Ils l'attirent & se combinent avec lui,

ainsi que le font les chaux métalliques obtenues par le feu.

J'ai précipité par le natron caustique une dissolution de fer dans l'acide vitriolique. Le précipité étoit d'un verd foncé. En en remplissant un flacon & le bouchant bien, le précipité ne change pas. Mais ayant renversé ce flaccon, qui contenoit 12 pouces, dans le bain de mercure, & y ayant fait passer 6 pouces d'air pur, le précipité a jauni peu à peu, & a fini par devenir entièrement ocreux & rougeâtre. L'air pur a été absorbé en partie, & le résidu étoit assez impur. Car une mesure & trois d'air nitreux ont donné 0,87.

J'ai ensuite distillé ce précipité ocreux : il m'a donné beaucoup d'air acide. Cet air a été produit par la combinaison de l'air pur avec la chaux métallique, qui est ici dans un état de causticité. Le précipité est devenu d'un pourpre noirâtre, & attirable à l'aimant.

J'ai également distillé le précipité verdâtre, dans le premier moment qu'il est formé & avant qu'il ait pu attirer l'air pur. Mais pendant que l'eau s'évapore, il commence à jaunir. Cependant en poussant le feu avec un peu de vivacité, on obtient une petite quantité d'air dans laquelle il se trouve de l'air acide & de l'air assez pur. Une partie de cet air

peut être fournie par celui qui eſt contenu dans l'eau. Il reſte dans la cornue une maſſe d'une couleur purpurine foncée & ſenſible au barreau aimanté.

L'argent diſſous dans l'acide nitreux & précipité par l'alkali cauſtique, abſorbe auſſi l'air pur. J'ai rempli de cette diſſolution une petite cornue, dont j'ai plongé le col dans le bain de mercure & y ai fait paſſer de l'air pur. Il en a été abſorbé une partie. La cornue expoſée à un feu modéré, il s'en eſt dégagé de l'air qui a précipité l'eau de chaux.

La diſſolution nitreuſe de mercure précipitée par le natron cauſtique préſente le même phénomène. Elle abſorbe auſſi l'air pur, & à un feu modéré, j'en ai retiré un air qui précipite l'eau de chaux.

La même choſe a lieu lorſqu'on précipite ces diſſolutions métalliques par l'eau de chaux. Elles abſorbent également l'air pur & le changent en air acide. Cependant la chaux calcaire paroît avoir moins d'action ſur les chaux métalliques, que n'en ont les alkalis cauſtiques.

Toutes les diſſolutions des métaux dans les acides, & précipitées par les alkalis ou terres à l'état de cauſticité, donnent donc des chaux qui ſont très-avides de l'air pur. Elles s'y

unissent, s'y combinent, & changent cet air pur en air acide, ainsi que le font la chaux vive & les alkalis caustiques; & même les chaux métalliques l'opèrent plus promptement. D'où l'on doit conclure qu'elles contiennent le même principe que la chaux. Or nous avons vu que ce principe est la chaleur combinée ou causticon.

Plusieurs dissolutions acides des métaux précipitent par le seul contact de l'air qui se trouve absorbé. On sait depuis long-tems que le vitriol de fer perd à l'air sa belle couleur verte, & devient ocreux. J'en ai mis sous des cloches pleines d'air pur; l'air a été absorbé, & le vitriol est devenu ocreux. Des dissolutions du même vitriol dans l'eau, & mises sous des cloches d'air pur, ont également précipité de l'ocre, & l'air a été absorbé & changé en air acide.

La dissolution nitreuse de bismuth est précipitée en blanc par l'eau ordinaire qui contient toujours de l'air pur, & ne l'est pas par l'eau qui a été dépouillée de son air par l'ébullition.

Le plus grand nombre des dissolutions métalliques exposées à l'air, précipitent également après un tems plus ou moins long.

Les alkalis attaquent également les substances

métalliques & les réduisent à l'état de chaux. Plusieurs Chimistes, & particulièrement M. Monnet, ont examiné ce qui se passe dans ces opérations. Nous ne pouvons rapporter toutes leurs expériences. Nous allons seulement en citer quelques-unes.

MM. de Lassone & Schéele ont distillé un mêlange de limaille de zinc & de pierre à cautère, & ont obtenu beaucoup d'air inflammable qui contenoit de l'air acide. L'alkali s'est trouvé aéré & le zinc calciné.

J'ai également distillé de la limaille de fer avec la pierre à cautère, & j'ai obtenu beaucoup d'air inflammable mêlé d'air acide, & le fer étoit calciné en chaux noirâtre.

Mais ces expériences faites sans le secours de la chaleur, présentent des résultats différens.

J'ai rempli un flacon de 6 pouces d'alkali ammoniacal caustique, & y ai mis 30 grains de fil de cuivre rouge coupé en morceaux. Le flaccon renversé dans le bain de mercure, a demeuré 12 jours à une température, depuis + 4 jusqu'à + 10. Il ne s'est point dégagé d'air; l'alkali n'a pas été coloré. Cependant il avoit agi sur le cuivre. Car l'ayant ôté de dessus le mercure, & exposé à l'air, il s'est coloré en bleu au bout d'une heure ou deux,

& on ſait que l'air eſt néceſſaire pour développer cette couleur.

J'ai également mis du fil de cuivre rouge dans un flaccon plein d'alkali fixe cauſtique, & renverſé ſur le mercure, à une température de + 6 à 9 degrés. Le cuivre a été peu altéré & il n'y a point eu de dégagement d'air. Mais il agit davantage ſur la limaille de zinc. Cependant ſon action eſt plus conſidérable encore ſi on l'aide par la chaleur.

J'ai pris de l'eau diſtillée bien bouillie dont j'ai rempli un flacon de 12 pouces; j'y ai mis 36 grains de limaille de zinc, & 72 grains de pierre à cautère. J'ai ajuſté au flacon un ſiphon recourbé qui plongeoit ſous une cloche pleine de mercure. Il n'y a point eu d'air inflammable dégagé. J'ai chauffé le flacon & il s'eſt dégagé de l'air inflammable. L'alkali fixe aéré ſubſtitué à la pierre à cautère en dégage un peu.

L'alkali volatil aéré mis ſur la limaille de zinc, l'attaque, & il ſe dégage de l'air inflammable. J'ai mis dans un flacon 200 grains de limaille de zinc & 2 onces d'alkali volatil aéré. En 24 heures, j'ai obtenu 8 pouces d'air inflammable.

Mais lorſque l'alkali volatil eſt cauſtique, il agit avec moins de force ſur le zinc, & on obtient

obtient peu d'air inflammable à moins qu'on ne faſſe chauffer le mélange.

Cet alkali volatil cauſtique digéré ſur la plupart des métaux les attaque. Mis avec des feuilles d'or, il en a diſſous, & a pris une couleur jaune. Il agit auſſi ſur l'argent, le mercure, le plomb, l'antimoine, le biſmuth, le cobalt, &c. & les réduit en chaux, qu'on peut précipiter en y ajoutant un acide.

Il paroît, par ces expériences, que les alkalis agiſſent plus ou moins ſur les métaux. Leur action eſt plus marquée lorſqu'elle eſt aidée par la chaleur. Les acides préſentent à peu près les mêmes phénomènes. Il eſt peu de métaux ſur leſquels les alkalis, aidés de la chaleur, n'exercent une action quelconque.

Les métaux ſont calcinés ou réduits en chaux par les alkalis, comme par les acides. Or, nous avons vu que les acides leur fourniſſent de l'air pur. Il faut donc que les alkalis leur en donnent également. Car le zinc traité par la pierre à cautère, eſt réduit en chaux comme par le feu. Ceci confirme ce que nous avons dit que les alkalis contiennent de l'air pur.

Mais il ſe préſente ici un phénomène qui mérite attention. L'alkali ammoniacal a attaqué le cuivre, l'a réduit en chaux, & cependant n'en a pas dégagé d'air inflammable. Qu'eſt

donc devenu l'air inflammble du métal ? Les acides offrent la même obſervation. Car en verſant ſur du fil d'acier de l'acide vitriolique un peu concentré, ou de l'acide marin, l'acier eſt diſſous ſans qu'il ſe dégage beaucoup d'air inflammable. Il faut donc que cet air inflammable du métal ſoit abſorbé à meſure que le métal eſt calciné. La même choſe a lieu ſans doute avec les alkalis lorſqu'on n'aide pas la diſſolution par la chaleur. Mais ſi on fait chauffer le mêlange, on a beaucoup d'air inflammable ; parce que la diſſolution ſe faiſant plus rapidement, il ſe dégage une plus grande quantité d'air inflammable dans le même tems, & il ne peut pas être abſorbé.

Les huiles diſſolvent auſſi les métaux. Nous en avons pluſieurs exemples. Lorſqu'on triture le mercure avec la graiſſe pour faire la pommade mercurielle, une partie du mercure eſt vraiment diſſoute & forme un ſel ſébacé mercuriel. M. Baumé a fait voir qu'il y avoit un vrai ſel mercuriel dans cet onguent, & que plus il eſt vieux, plus il y avoit de ce ſel, parce qu'il ſe développe une plus grande quantité d'acide par l'accès d'air pur qui eſt abſorbé.

Le cuivre eſt auſſi diſſous avec beaucoup de facilité par tous les corps graiſſeux. On en fait une expérience funeſte dans les arts, &

fur-tout dans la cuifine. Mais la diffolution ne fe fait bien que par le concours de l'air pur, lorfqu'il y a accès de l'air atmofphérique. Au refte, toutes ces diffolutions font dues à un acide qui fe trouve dans la graiffe, & l'air pur y eft néceffaire, comme il l'eft pour la diffolution du cuivre dans l'acide vitriolique.

Le foufre & le phofphore fe combinent également avec les fubftances métalliques & les privent d'une partie de leurs propriétés. Mais ici ce n'eft qu'une combinaifon, & le métal n'eft pas réduit en chaux, à moins que le foufre & le phofphore ne paffent à l'état d'acide.

J'ai fait rougir une petite verge de fer, & ai appliqué contre fon extrêmité un canon de foufre. Le tout a fondu & eft tombé fous forme de matière pyriteufe. Cette matière diffoute enfuite dans les acides, préfente les mêmes phénomènes que le fer, & le foufre furnage la diffolution. Cependant il fe peut qu'une partie du foufre étant brûlée dans l'opération & convertie en acide, attaque le fer & en convertiffe en chaux.

Le phofphore fe combine auffi avec les métaux, comme l'a fait voir Margraff.

L'eau elle-même attaque un grand nombre de métaux. De la limaille de fer, &c. mife

dans l'eau ordinaire, eſt réduite en éthiops, & il ſe dégage de l'air inflammable.

J'ai mis une once de limaille d'acier dans une cornue pleine d'eau. Au bout de 5 mois la maſſe avoit pris une certaine conſiſtance. Sa ſurface étoit couverte d'eſpèces de mamelons, qui ne reſſembloient pas mal à l'hématite mamelonnée, en ſorte qu'on peut regarder que les hématites ont été formées par des procédés analogues. Le morceau, à la caſſure, ſe préſentoit comme les hématites. Mais j'ai fait voir que cette action apparente de l'eau ſur le fer n'eſt due qu'à la portion d'air, ſur-tout d'air acide contenu dans l'eau.

J'ai mis de la limaille d'acier dans de l'eau de chaux dont j'ai bien rempli un flacon, que j'ai renverſé dans le bain de mercure. La limaille n'a nullement été attaquée.

De la même limaille miſe dans de l'eau diſtillée & bien bouillie, n'a pas été attaquée d'une manière ſenſible, & il ne s'en eſt point dégagé d'air. C'eſt donc l'air contenu dans l'eau qui attaque l'acier plongé dans l'eau commune. Il en eſt de même de l'action de l'eau ſur tous les autres métaux, tels que le zinc, le plomb, l'étain, &c.

Mais l'eau, ſecondée par l'action d'un feu violent, peut calciner quelques métaux, c'eſt-

à-dire, aider le dégagement de leur air inflammable. C'eſt ce que l'on fait en mettant des limailles de fer, de zinc, dans un canon de fuſil incandeſcent, & y faiſant paſſer de l'eau ; on obtient une ſubſtance caſſante, qui a acquis du volume, du poids, a tout l'éclat métallique, eſt attirable à l'aimant, enfin diffère entièrement des chaux métalliques.

La trituration ſeule peut encore calciner certains métaux. En mettant une petite quantité de mercure dans un flacon plein d'air pur & bien bouché, & l'agitant fortement, le mercure ſe couvre d'une pouſſière griſe qui eſt une vraie chaux de mercure, & l'air eſt abſorbé. Diſtillant enſuite cette ſubſtance, on en retire du mercure & de l'air pur. Les limailles de plomb, d'étain, &c. ſont calcinées par le même procédé. Ces expériences, faites d'abord par M. Prieſtley, ont été répétées par M. Luzuriaga.

Mais cette calcination eſt l'effet de la trituration ; car ces mêmes métaux expoſés à l'air pur ne ſont point attaqués. J'ai fait paſſer des lames bien polies d'acier, d'argent, de cuivre, &c. dans des flacons d'air pur, & elles n'ont point été altérées. Le mercure ſur lequel ſéjourne l'air pur ne l'eſt également pas.

Lors donc qu'on a cru s'appercevoir que l'air pur avoit calciné quelques métaux

ſans le ſecours de la chaleur, c'eſt qu'on n'avoit pas employé un air bien pur. On avoit pris celui retiré du précipité rouge, qui ſans doute contenoit encore un peu d'acide nitreux. Une ſimple obſervation ſuffit pour le démontrer. Les Bijoutiers conſervent tous leurs ouvrages d'or, d'argent, de cuivre, d'acier, &c. ſous des bocaux pleins d'air atmoſphérique & aucuns ne s'y rouillent, ni ſe calcinent, ſi l'air eſt bien ſec, quoiqu'il y ait un quart d'air pur.

Mais l'air pur attaque un grand nombre de métaux lorſque ſon action eſt ſecondée par celle de l'eau. Cette expérience ſe renouvelle journellement au grand détriment des arts; car les différens inſtrumens de fer, de cuivre, &c. qui ſont ſouvent mouillés & expoſés à l'action de l'air, ſe rouillent, ſe terniſſent, & on eſt obligé, le plus ſouvent de les défendre par des vernis, &c. lorſque la choſe eſt poſſible.

J'ai humecté légèrement d'eau diſtillée un gros de limaille d'acier, & l'ai fait paſſer dans un bocal de 3 pouces plein d'air pur & repoſant ſur le mercure. L'air s'eſt abſorbé très-promptement, & au bout de trois jours, il l'étoit preſque tout. La limaille examinée étoit toute rouillée.

J'ai pris pour lors 600 grains de limaille d'acier, que j'ai humectée de même avec de

l'eau diſtillée, & les ai fait paſſer dans un flacon de 36 pouces plein d'air pur, & repoſant ſur le mercure. L'abſorption s'eſt faite de même. Au bout de huit jours, il ne reſtoit plus que 24 pouces d'air ; la limaille étoit toute rouillée : l'air reſtant avoit été vicié. Car une meſure & trois d'air nitreux ont donné un réſidu de 1,06, 1,09.

J'ai enſuite mis cette limaille dans une petite cornue, & l'ai diſtillée à l'appareil au mercure. Il s'eſt dégagé une portion d'air, qui étoit de l'air acide & de l'air inflammable.

Le fer a donc changé ici l'air pur en air acide.

Le cuivre produit le même effet. De la limaille de cuivre rouge bien décapé, humectée & miſe dans des bocaux avec de l'air pur s'eſt rouillée, eſt devenue verte, & il y a eu de l'air abſorbé. L'air reſtant étoit altéré. Car une meſure & trois d'air nitreux ont donné 0,49.

Cette limaille de cuivre miſe à diſtiller dans une cornue, il s'eſt dégagé une portion d'air qui a précipité l'eau de chaux.

Le plomb, l'étain, & la plupart des autres métaux, ſont également altérés & calcinés à l'air. Leur ſurface perd le beau poli & devient griſâtre.

Cependant leur action sur l'air n'est pas aussi sensible. Car j'ai humecté 200 grains de limaille de zinc, que j'ai mis sous une cloche d'air pur. Il n'y a pas eu d'absorption sensible en huit jours, quoique la limaille soit devenue un peu terne.

Il se trouve donc dans la plupart des métaux un principe capable de changer l'air pur en air acide sans le secours de la chaleur, mais par l'intermède de l'eau, & c'est cet air acide qui les calcine.

On pourroit dire que c'est le charbon que quelques Chimistes admettent dans plusieurs métaux. Mais nous avons vu que le charbon absorbe l'air, sans le changer en air acide. D'ailleurs le zinc dans lequel on admet aussi ce charbon, n'absorbe pas d'une quantité sensible l'air pur en comparaison de l'acier.

On avoit encore eu recours à la plombagine qui existe dans l'acier, & qu'on suppose dans un grand nombre de métaux. J'ai donc pris 100 grains de plombagine d'Angleterre très-pure, que j'ai humectée légèrement, & ai exposée sous une cloche pleine d'air pur. Il n'y a pas eu absorption sensible d'air.

D'un autre côté nous avons vu que l'air inflammable & l'air pur mêlés ensemble sur le mercure, n'éprouvent pas de diminution sen-

ſible, quoiqu'ils en éprouvent une ſur l'eau. Mais il n'y a point d'air acide de produit.

Ces expériences démontrent donc qu'il y a dans les métaux d'autres principes, 1°. que le charbon, 2°. que la plombagine, 3°. que l'air inflammable. Ils doivent donc contenir le principe qui change l'air pur en air acide, celui qui eſt dans la chaux vive, les alkalis cauſtiques, enfin le cauſticon ou principe de la cauſticité, la matière de la chaleur combinée.

Cela paroîtra d'autant moins ſurprenant que nous avons déjà vu tous les métaux dans leur calcination, changer l'air pur en air acide. D'ailleurs, les métaux ſont des acides. Or les acides contiennent beaucoup de matière de la chaleur.

L'acier néanmoins préſente une différence très-remarquable vu la quantité d'air pur qu'il abſorbe. On voit ainſi journellement le fer même en groſſes barres, qui eſt expoſé à l'air, ſe calciner & acquérir un volume conſidérable. C'eſt que ſans doute il contient une plus grande quantité du principe dont nous parlons. Auſſi le fer & l'acier ont-ils une ſaveur très-décidée. Pluſieurs maîtres de forge reconnoiſſent à la ſaveur les différentes qualités de fer & d'acier.

§. II.

Des Acides Métalliques.

Nous venons d'expofer un grand nombre de procédés par lefquels on prive les fubftances métalliques de la plupart de leurs propriétés & on les réduit en chaux. On peut pouffer l'opération plus loin & les faire paffer à l'état d'acides. Car ceux-ci ne diffèrent des chaux que parce que la calcination a été foutenue plus long-tems. Voici les procédés dont on fe fert pour les obtenir.

Acide arfenical. Le célèbre Chimifte à qui nous devons la connoiffance de cet acide, a employé deux moyens pour l'obtenir. Sur 2 onces de chaux blanche d'arfenic pulvérifée & mife dans une cornue, Schéele verfa 7 onces d'acide marin. Il adapta un récipient & fit bouillir doucement la liqueur jufqu'à ce que l'arfenic fût diffous. Il ajouta pour lors 3 onces $\frac{1}{2}$ d'acide nitreux pur, & remit l'appareil. Il fe dégagea pour lors beaucoup de vapeurs rutilantes. Il ajouta encore de l'arfenic une once, & il fit bouillir jufqu'à ce qu'elle fût diffoute; pour lors il verfa une once $\frac{1}{2}$ d'acide nitreux. Il y eut encore une vive effervefcence & un dégagement abondant de vapeurs ruti-

lantes. La diſtillation pouſſée juſqu'à ſiccité, il reſta à la fin une maſſe blanche, qui eſt l'acide arſenical ſec. Si on veut avoir cet acide en liqueur, on pulvériſe cette maſſe dans un mortier, on y verſe deux fois ſon poids d'eau diſtillée, on fait bouillir légèrement, la maſſe ſe diſſout toute. Cette liqueur eſt un véritable acide qui rougit les ſucs bleus, ſe combine avec les différens corps, &c.

Le ſecond procédé de Schéele pour obtenir l'acide arſenical, conſiſte à mettre dans une cornue de verre tubulée, une partie de chaux de manganèſe pulvériſée & trois parties d'acide marin. Il adapte à cette cornue un récipient dans lequel il met un quart de chaux bleue d'arſenic & un huitième d'eau. La cornue miſe ſur le feu, l'acide marin déphlogiſtiqué paſſe dans le récipient, attaque la chaux d'arſenic & la convertit en acide, tandis qu'il redevient acide marin ordinaire. On diſtille enſuite les deux liqueurs, l'acide marin paſſe, & l'acide arſenical demeure dans la cornue.

Dans ces deux procédés, la chaux d'arſenic perd de ſon air inflammable & ſe ſurcharge d'air pur. Car ſi on reçoit l'air qui ſe dégage dans la première opération où on emploie l'acide nitreux, on voit que c'eſt de l'air nitreux uni à beaucoup d'acide. Il a donc été

décomposé une certaine portion d'acide nitreux qui s'est combinée avec l'arsenic. La même chose a lieu avec l'acide marin déphlogistiqué ou avec excès d'air pur.

Mais en même tems que la chaux d'arsenic acquiert une portion surabondante d'air pur, elle perd aussi une portion de principe inflammable, ou air inflammable; car nous avons vu 1°. que l'acide nitreux ne donne de l'air nitreux qu'avec les corps qui contiennent de l'air inflammable; 2°. que l'acide marin déphlogistiqué ne passe à l'état d'acide marin pur qu'en se combinant avec l'air inflammable. Ainsi dans cette opération, il y a double décomposition, l'arsenic perd du principe inflammable & acquiert de l'air pur.

Acide molybdique. La molybdène, traitée comme la chaux d'arsenic avec l'acide nitreux ou l'acide marin déphlogistiqué, est également convertie en une terre acide. C'est encore à Schéele, que nous devons ces expériences. Sur une once & demie de molybdène il versa 6 onces d'acide nitreux foible, le récipient ajusté à la cornue, il fit bouillir la matière, il se dégagea beaucoup d'air nitreux. La distillation fut poussée jusqu'à siccité. Cette opération fut répétée quatre à cinq fois, à la fin il obtint une terre blanche soluble dans l'eau,

& qui étoit ſenſiblement acide. Elle rougit les ſucs bleus, fait effervefcence avec la terre calcaire, précipite les diſſolutions mercurielles d'argent, de mercure, de plomb, &c.

Acide thungſtique. La thungſtène traitée par l'acide nitreux, comme la molybdène, donne également une terre acide qui rougit les ſucs bleus, &c. C'eſt encore une des découvertes de Schéele.

MM. d'Elhuyar ont retiré du wolfram le même acide thungſtique.

Acide ſtannique. M. Hermbſtadt a traité l'étain comme Schéele avoit traité les ſubſtances dont nous venons de parler; & après pluſieurs diſtillations ſur l'acide nitreux, il a obtenu une chaux blanche, en partie ſoluble dans l'eau. Cette eau eſt acidule, ſe combine avec les alkalis, &c. Il paroît donc que cette chaux a paſſé à l'état acide.

Nous pouvons ſoupçonner d'après ces expériences, qu'on parviendra à convertir en acides la plupart des ſubſtances métalliques.

§. III.

Des Verres Métalliques.

ENFIN, la dernière opération qu'on peut faire ſubir aux métaux, eſt de réduire leurs acides en verres.

La plupart des chaux métalliques poussées à un feu plus ou moins violent se vitrifient seules & sans addition. Ainsi la chaux d'or donne un verre purpurin, le verre de celle d'argent est gris. L'étain donne un verre blanc, le plomb un verre jaune, le fer un verre noir, le cuivre un verre verd, l'antimoine un verre rougeâtre, le bismuth un verre jaune, le zinc un verre blanc, l'arsenic un verre jaunâtre, le cobalt un verre bleu, la manganèse un verre purpurin, &c.

Les acides métalliques se vitrifient également : l'acide arsenical donne un verre transparent citrin, &c.

La calcination des métaux est donc une opération très-compliquée, & qui présente un grand nombre de phénomènes différens, lesquels varient suivant les procédés qu'on emploie.

Premièrement toutes les chaux métalliques ne sont point dans le même état ; mais elles peuvent subir un grand nombre de modifications différentes.

Les chaux de fer qui présentent une si grande variété, peuvent nous servir d'exemple. De la limaille de fer calcinée dans un creuset à feu ouvert, c'est-à-dire, avec le contact de l'air, est convertie en éthiops, qui est très-attirable à l'aimant, & acquiert un poids éton-

nant, environ le tiers de ſa peſanteur primitive.

Le feu le plus violent ne lui cauſe pas d'altération. L'étincelle électrique d'une certaine force convertit également le fer en éthiops; mais lorſque les batteries ſont fortement chargées, le fer eſt réduit en floccons jaunâtres ocreux qui ne ſont plus attirables à l'aimant. Ainſi la calcination eſt encore plus complette.

Le fer diſſous par les acides, par exemple, par l'acide vitriolique & précipité par la pierre à cautère, donne une chaux noirâtre très-attirable à l'aimant, comme l'a fait voir M. Darcet. M. Maret ayant précipité par l'alkali volatil cauſtique cette même diſſolution de fer, a obtenu un éthiops très-attirable. Les alkalis fixes cauſtiques, en liqueur, donnent un précipité d'un verd noirâtre qui n'eſt jamais ſenſible à l'aimant. Le précipité par la chaux eſt auſſi noirâtre ſans être attirable. Le précipité par l'alkali aéré eſt d'un verd plus clair, ainſi que celui par la terre calcaire, quelquefois même il eſt blanc. Mais tous ces précipités expoſés à l'air pur, ſont changés en ocre jaunâtre. Si on calcine un peu cette ocre, il paſſe d'abord au brun, puis au rouge & redevient éthiops. Enfin cette même diſſolution de fer précipitée par la noix de galle, eſt noire ou bleue, & celle par l'alkali phlogiſtiqué eſt bleue.

Toutes les autres chaux métalliques, telles que celles des mercure, de plomb, d'antimoine, &c. présentent les mêmes variétés. Celle de plomb peut être grise, jaune, rouge, blanche, &c.

Plusieurs de ces chaux métalliques peuvent passer à l'état d'acide, si on les calcine à un certain point, qu'on les dépouille davantage d'air inflammable, & qu'on leur donne une plus grande quantité d'air pur.

Enfin, elles peuvent toutes se vitrifier & se changent pour lors en verres différemment colorés, & qu'on emploie dans les arts, tels que les émaux, les porcelaines, les fayences, &c.

Ces chaux, ces acides & ces verres métalliques ont un grand nombre de propriétés différentes. Nous ne parlerons ici que des principales, de celles sur-tout qui peuvent jeter un peu de jour sur leurs natures, telles que 1°. leur solubilité dans l'eau, 2°. leur faculté de convertir l'air pur en air acide, 3°. leur causticité, 4°. leur augmentation de poids.

Un grand nombre de chaux métalliques est soluble dans l'eau, on sait de tout tems qu'elle dissout la chaux d'arsenic. Elle paroît en pouvoir dissoudre environ $\frac{1}{24}$ de son poids.

Rouelle avoit prouvé que la chaux blanche d'antimoine

d'antimoine faite par la détonation avec le nitre étoit soluble dans l'eau. Mais on craignoit qu'elle ne dût cette solubilité à une portion d'alkali. J'ai donc choisi des chaux métalliques faites par le feu pur, & j'ai cherché à m'assurer si elles étoient solubles.

J'ai agité long-tems dans l'eau distillée des fleurs de zinc ou chaux de zinc ; ayant filtré cette eau, j'en ai rempli une fiole dans laquelle j'ai fait passer de l'air inflammable sulfureux. L'eau est devenue noirâtre & a fait un dépôt de la même couleur. Ce dépôt n'étoit autre chose que la chaux de zinc qui avoit été dissoute par l'eau & colorée par l'air inflammable sulfureux.

La chaux blanche de bismuth présente le même phénomène. J'en ai lavé en grande eau pour lui enlever toute la portion d'acide qu'elle auroit pu conserver. J'en ai ensuite mis dans de l'eau distillée & l'ai agitée. L'eau ensuite filtrée a noirci par l'air inflammable sulfureux.

L'air pur est altéré par les chaux métalliques & converti en air acide. C'est une des plus singulières propriétés de ces substances. Les chaux de plomb, telles que le massicot, le minium, la litharge, qui sortent d'un feu très-vif, ne donnent point d'air à ce degré de feu. J'en ai laissé exposées quelque tems à l'air

atmoſphérique ou ſous des cloches d'air pur. Je les ai enſuite ſoumiſes au feu dans des cornues avec l'appareil propre à recevoir l'air. Il s'eſt dégagé beaucoup d'air fixe ou acide. L'air pur avoit donc été ici changé en air acide.

Nous avons vu en parlant des diſſolutions métalliques que la plupart attiroit l'air pur qui les précipite, telles ſont celles de fer & de biſmuth. Mais lorſqu'elles ont été précipitées par les alkalis cauſtiques, elles attirent avec encore bien plus de force l'air pur, & le changent en air acide.

Une des qualités des chaux métalliques qui peut le plus nous éclairer ſur leur nature eſt la cauſticité qui les rapproche ſi fort des chaux calcaires, de la chaux vive, qu'on leur a donné & avec raiſon, le même nom, celui de chaux métalliques. Nous venons de voir qu'un grand nombre de ces chaux eſt ſoluble dans l'eau, ainſi que l'eſt la chaux vive, & qu'elles altèrent l'air pur & le changent en air fixe ou air acide, ce qui eſt une autre qualité de la chaux vive.

Les chaux métalliques ont une cauſticité encore bien plus conſidérable que celle de la chaux vive. Celle d'arſenic eſt un des poiſons les plus vifs; celles de plomb, quoique pas

auſſi corroſives que celle-ci, n'en ſont pas moins dangereuſes à l'économie animale ; celles d'antimoine ſont un vomitif puiſſant ; celles de zinc ſont un réſolutif très-actif pour les maux d'yeux, &c. La chaux vive appliquée ſur la peau la brûle, la corrode, & fait tomber les poils. Celle d'arſenic eſt un dépilatoire encore bien plus corroſif, &c. &c.

Les alkalis, ſoit fixe, ſoit ammoniacal, traités avec les chaux métalliques, deviennent cauſtiques, comme lorſqu'on les traite avec la chaux vive. Meyer l'avoit déjà vu. Il décompoſa le ſel ammoniac avec différentes chaux métalliques, & en dégagea un alkali ammoniacal fluor ou cauſtique. Il donna également de la cauſticité aux alkalis fixes par le moyen des chaux métalliques.

J'ai pris de la litharge, que j'ai calcinée de nouveau pour en dégager tout l'air qu'elle avoit attiré de l'atmoſphère depuis ſa calcination, je l'ai pour lors triturée avec le ſel ammoniac dans un mortier de verre. L'odeur d'alkali volatil a été preſque auſſi pénétrante que lorſqu'on emploie la chaux calcaire. Le minium produit le même effet ; j'en ai calciné, il a repaſſé à l'état de maſſicot. J'en ai pour lors mêlé deux parties avec une d'alkali ammoniacal dans une cornue, & j'ai diſtillé à la

manière ordinaire. Il a paſſé un alkali ammoniacal très-cauſtique.

La chaux de biſmuth, la chaux blanche d'antimoine, la chaux rouge de mercure, &c. triturées avec le ſel ammoniac, en dégagent également l'alkali, & il n'eſt point de chaux métalliques qui vraiſemblablement ne produiſît le même effet.

Il eſt vrai que le plomb, l'étain, le fer, &c. décompoſent auſſi le ſel ammoniac lorſqu'on les mêlange, & qu'on les expoſe à la chaleur. Mais ils n'opèrent cette décompoſition que parce qu'ils paſſent à l'état de chaux.

Les chaux métalliques ſe combinent avec le ſoufre & le phoſphore, comme le fait la chaux calcaire, & en dégagent également de l'air inflammable ſulfureux, & de l'air inflammable phoſphorique.

J'ai mêlangé 2 onces de minium que j'avois calciné de nouveau, & une once de ſoufre. Je les ai mis dans une petite cornue avec 4 onces d'eau diſtillée, & je les ai fait bouillir. Ayant enſuite verſé de l'acide nitreux ſur le mêlange refroidi, il s'en eſt dégagé la même odeur que donne le ſoufre qui a bouilli dans l'eau de chaux. Les chaux de biſmuth, de zinc, &c. préſentent les même réſultats.

J'ai coupé un gros de phoſphore en petits

morceaux que j'ai mis dans une cornue avec une demi-once de minium employé dans l'expérience précédente, & j'ai versé dessus deux onces d'eau. La cornue mise sur le feu il s'est dégagé la même odeur que celle que donne le mêlange de phosphore & de chaux. Cette odeur est encore plus vive en y versant de l'acide nitreux.

Les huiles combinées avec la chaux vive forment des savons. Ces mêmes huiles combinées avec les chaux métalliques, forment également des espèces de savons qu'on a appelés onguens. Tous les onguens dont se sert la médecine sont faits avec les huiles & les chaux métalliques, sur-tout celle de plomb. Les chaux de cuivre entrent dans le baume verd, &c. &c.

Les chaux métalliques peuvent toutes se vitrifier, comme nous l'avons dit. La chaux vive peut aussi se vitrifier, comme l'a fait voir M. d'Arcet.

Enfin la terre pesante qu'on soupçonne avec beaucoup de fondement être une terre métallique, lorsqu'elle a été calcinée, a un si grand nombre des propriétés de la chaux vive, que Bergman n'a pas craint de la ranger au nombre des terres calcaires. Elle altère même la couleur bleue des sucs végétaux & la change en verd, ce qui est peut-être la seule qualité de

la chaux vive, que n'ayent pas les chaux métalliques.

Une quatrième qualité des chaux métalliques qui doit fixer l'attention du Chimiste, est la grande augmentation de poids qu'elles acquièrent, comme nous l'avons vu.

§. IV.

De la révivification des Chaux, des Acides & des Verres Métalliques.

ON peut ensuite faire repasser ces chaux, ces acides & ces verres métalliques, à leur état de métaux & leur rendre toutes leurs premières qualités. Cette opération présente aussi différens phénomènes qui ne sont pas moins intéressans que ceux que nous venons de voir.

La méthode qu'on emploie ordinairement pour les révivifications, est de mélanger ces chaux avec des corps qui contiennent le principe inflammable, tels que des huiles, du charbon, &c. On y ajoute le plus souvent des fondans, par exemple, des alkalis fixes dans les petites opérations de Chimie, tels sont les flux, & dans les travaux en grand, comme dans le traitement des mines ; on se sert le plus souvent de pierre calcaire qu'on nomme *castine*. On donne un coup de feu plus ou moins vif.

L'opération finie, on trouve au fond du creuset le métal réduit.

M. Bayen, en 1774, essaya de traiter dans de petites cornues de verre les chaux de mercure seules & sans ajouter aucune autre substance. Il vit avec beaucoup de surprise, qu'il s'en dégagea beaucoup d'air, & qu'elles furent presque entièrement révivifiées. D'où il conclut que pour la révivification de cette espèce de chaux, le principe inflammable emprunté du charbon étoit inutile. « La chaux de mercure, » dit-il (1), (il opéroit sur le précipité rouge) » doit son état calcaire non à la perte du » phlogistique qu'il n'a point essuyée, mais à » sa combinaison intime avec le fluide élastique » (ou air pur qu'il en avoit retiré), dont le » poids est la cause de l'augmentation de pe- » santeur qu'on observe dans ces précipités ». Car il s'étoit assuré que cette chaux pesoit beaucoup plus que le mercure qu'il avoit employé pour la préparer, & que celui qu'il en avoit révivifié. Il attribua cet excès de poids à une portion de l'acide nitreux qui lui étoit demeurée unie. Telle est la première objection que cette célèbre expérience fit faire contre la théorie du phlogistique.

(1) Journal de Physique, Avril 1774, page 275.

M. Prieſtley répéta peu de tems après cette expérience, & ayant examiné l'air qu'il avoit obtenu, il reconnut que c'étoit l'air pur, lequel contient ſouvent un peu d'air acide.

Schéele traita de même les chaux d'or & d'argent. Elles ſe réduiſirent également ſeules, il s'en dégagea beaucoup d'air qui étoit de l'air pur mêlé d'une petite portion d'air acide. Il diſtilla auſſi de l'acide arſenical ſeul. Une partie fut révivifiée & il y eut dégagement d'air pur.

La chaux de platine ſe réduit également ſans addition. J'ai précipité par l'alkali fixe une diſſolution de platine dans l'eau régale, le précipité eſt brun. L'ayant filtré & lavé, je l'ai mis dans un petit creuſet bien couvert & j'ai donné un bon coup de feu. La platine a été révivifiée.

Il y a auſſi quelques chaux de plomb qui ſe révivifient en partie ſans addition de ſubſtance charbonneuſe ou de principe inflammable. Si, par exemple, on met une certaine quantité de minium dans un creuſet, & qu'on chauffe modérément, on trouve au fond du creuſet un petit culot de plomb, & il ſe dégage de l'air pur mêlé de beaucoup d'air acide. Ce ſont à peu près les ſeules chaux métalliques connues qui ſe révivifient au feu ſans addition de ſubſtance qui puiſſe donner du principe inflammable.

Il faut cependant obſerver que les chaux de tous ces métaux ne ſe révivifient pas toujours par elles-mêmes & ſans addition. J'ai expoſé à un feu très-vif du précipité de Caſſius ou chaux d'or purpurine qui ne s'eſt point révivifiée. Les émaux, les verres, les porcelaines colorés par les chaux d'or, d'argent, de platine, &c. ſubiſſent un grand coup de feu, & cependant ces métaux ne ſont point révivifiés.

Mais pluſieurs chaux métalliques peuvent donner de l'air pur ſans être révivifiées. Celle de manganèſe diſtillée ſeule, le volfram, &c. donnent de l'air pur & ne ſont pas révivifiées. Il leur faut ajouter des corps qui contiennent de l'air inflammable. Ainſi on ne peut pas dire en général que toutes les chaux qu'on peut priver d'air pur ſe révivifient.

L'air qu'on retire de ces chaux en les révivifiant, eſt de l'air pur mêlé d'une quantité d'air acide. Comme on a élevé des doutes à cet égard, j'ai voulu répéter l'expérience avec toute l'exactitude poſſible.

J'ai fait diſſoudre dans une cornue une once de mercure dans de l'acide nitreux très-pur. J'ai enſuite expoſé cette cornue ſur le feu en en tenant le bec plongé dans l'eau. Tout l'acide s'eſt évaporé. Il s'eſt enſuite dégagé beaucoup

d'air nitreux. Enfin cet air nitreux cessant de passer, j'ai changé de cloche, & l'air qui s'est pour lors dégagé le premier étoit de l'air pur qui agité dans l'eau de chaux l'a précipitée. Celui qui a succédé étoit parfaitement pur, & ne contenoit plus d'air acide. Nous avons vu que le mélange de l'air pur & de l'air nitreux laissoit toujours un peu d'air acide. Ne seroit-ce pas à cette cause que seroit due la petite portion d'air acide que nous avons obtenue. Tout l'air pur qui s'est dégagé de cette once de mercure étoit de 65 pouces ; & j'ai retiré 7 gros 41 grains de mercure. J'avois eu soin de faire chauffer tout le corps de la cornue. Il est cependant demeuré dans son col une portion de précipité jaunâtre & rougeâtre, que j'ai ramassé avec beaucoup de soin après avoir cassé la cornue. J'en ai retiré 19 grains, en sorte qu'il y a eu au moins 12 grains de perte. Cette expérience répétée bien des fois, m'a toujours laissé un déficit plus ou moins considérable. Mais ici il nous suffit d'avoir prouvé qu'il y a toujours une petite portion d'air acide.

J'ai fait par le même procédé du précipité rouge de mercure, que j'ai laissé long-tems exposé à l'air. En le distillant, j'en ai obtenu une beaucoup plus grande quantité d'air acide.

Mais le feu n'est pas le seul moyen de révi-

vifier les métaux. Nous avons un grand nombre d'autres procédés, qui produifent le même effet d'une manière en apparence bien plus fimple.

Nous avons déjà vu, en parlant de l'air nitreux & de l'air inflammable, que dans un grand nombre d'expériences ils révivifient les chaux métalliques immédiatement & fans le concours du feu. Il fuffit de jetter, dans une diffolution métallique, un autre métal qui ait plus d'affinité avec l'acide. C'eft le procédé pour faire l'arbre de Diane; en jettant du mercure dans une diffolution nitreufe d'argent, l'argent eft révivifié. Le cuivre l'eft également fi on met du fer dans une diffolution de vitriol de cuivre, &c.

M. Prieftley avoit obfervé qu'en précipitant ainfi des métaux diffous dans l'acide nitreux, il fe dégageoit un air nitreux qui contenoit de l'air pur. J'ai fait la même obfervation relativement aux autres acides.

J'ai fait diffoudre demi-once de vitriol de cuivre dans une livre d'eau dont j'ai rempli un flacon, & y ai ajouté 2 gros de petits clous de fer. J'ai adapté au flacon qui étoit entièrement plein un fiphon recourbé, dont une des extrêmités plongeoit fous une cloche pleine d'eau. A mefure que le cuivre fe révivifioit, il

ſe dégageoit quelques bulles d'air. Dans 15 jours il y en a eu un pouce & demi. C'étoit de l'air inflammable mêlé d'un peu d'air pur; car il s'eſt enflammé à la flamme d'une bougie.

Une meſure & une d'air nitreux ont donné 1,65. Ainſi il contenoit une portion d'air pur.

Bergman s'eſt ſervi de cette méthode pour eſtimer la quantité de principe inflammable que contenoient les différentes ſubſtances métalliques. Il a fait diſſoudre dans l'acide nitreux 100 livres docimaſtiques d'argent. Il a trouvé qu'il a fallu pour les précipiter & les révivifier 234 livres de plomb, 174 livres de biſmuth, 135 livres de mercure, 88 livres d'étain, 64 livres de nickel, 31 livres de cuivre, &c.

La même diſſolution d'argent dans l'acide vitriolique a préſenté quelques réſultats différens. Il n'a fallu que 30 livres de cuivre pour précipiter & révivifier un quintal d'argent diſſous dans l'acide vitriolique, &c.

D'un grand nombre d'expériences comparées, le célèbre Chimiſte Suédois a conclu qu'en exprimant par 100 livres la quantité du principe inflammable contenu dans 100 livres d'argent, le quintal de mercure en contiendra 74 livres, celui de plomb 43 livres, celui de cuivre 323 livres, celui de fer 342 livres, celui d'étain 114 livres, celui de biſmuth 57

livres, celui de nickel 156 livres, celui d'arſenic 109 livres, celui de cobalt 270 livres, celui de zinc 182 livres, celui d'antimoine 120 livres, & celui de manganèſe 196 livres.

Des bâtons de phoſphore, mis dans des diſſolutions métalliques, ſont bientôt couverts de parties métalliques révivifiées. M. Sage a ainſi révivifié des diſſolutions de cuivre, d'or, d'argent & de platine. Mais en même tems ce célèbre Chimiſte a obſervé qu'une partie du phoſphore a été réduite en acide.

J'ai mis un bâton de phoſphore, de 30 grains, dans une diſſolution nitreuſe de cuivre étendue d'eau diſtillée & bien bouillie. Le cuivre a été révivifié, & l'eau évaporée a laiſſé de l'acide phoſphorique. Cet acide eſt dû à une portion d'air pur qui s'eſt dégagé de la chaux métallique & s'eſt uni au phoſphore, tandis que l'air inflammable du phoſphore s'eſt combiné avec le cuivre.

Les huiles eſſentielles, les éthers, verſés dans des diſſolutions d'or, les révivifient également. J'ai mis demi-once d'une diſſolution d'or dans l'eau régale étendue d'eau dans un flacon d'une once & demie que j'ai rempli d'éther vitriolique. Le flacon légèrement bouché, je l'ai renverſé dans une petite capſule pleine d'eau diſtillée. Au bout de 8 jours, il y a eu une por-

tion d'or révivifiée, & il s'étoit dégagé une portion d'air.

Enfin l'air inflammable révivifie aussi en partie ou en totalité, certaines chaux métalliques sans le secours de la chaleur, tels que l'acide arsenical. Mais il est difficile de s'assurer s'il y a dégagement d'air pur, ce qui pourroit bien être.

Tels sont les différens procédés connus pour convertir les substances métalliques à l'état de chaux d'acides & de verres, & ensuite ramener ces chaux, ces acides, ces verres à l'état métallique. Mais que se passe-t-il dans cette opération ?

C'est une des questions de Chimie qui a été le plus discutée, parce qu'elle présente des phénomènes fort extraordinaires. Ces substances si dures perdent toutes leurs qualités, sont réduites en état terreux, de chaux pulvérulentes, &c. Mais ce qui a sur-tout embarrassé, est d'un côté l'augmentation considérable de poids qu'elles acquièrent, & de l'autre leur causticité. Les différentes opinions qu'on a avancées pour expliquer ces phénomènes peuvent se réduire à trois principales.

La première est celle de Geber, Chimiste Arabe qui vivoit au neuvième siècle. Il paroît avoir connu que l'augmentation du poids des

chaux métalliques venoit d'une portion d'air qui s'y combinoit.

Jean Rey, Médecin dans le Périgord, dans le feizième fiècle, a dit très-expreffément, en parlant des chaux de plomb, qu'elles acquéroient du poids, & que ce poids venoit de l'air qui s'y combinoit.

C'eft encore le fentiment de Hales, dont voici les termes : « La chaux de plomb s'approprie une bonne quantité d'air qui s'incorpore avec elle & contribue à l'augmentation de fon poids ».

MM. Lewis, Bayen, Lavoifier, &c. ont adopté cette opinion, qui explique très-bien l'excès de pefanteur de la chaux métallique, mais non pas leurs autres qualités.

La feconde opinion paroît avoir été avancée par Boyle. Au moins eft-il un des premiers qui l'ait foutenue. Il croyoit que c'étoit la matière du feu qui fe fixoit dans les chaux métalliques, & que c'étoit à ce feu qu'étoient dus leur caufticité & l'excès de leurs poids. Ce fentiment a été adopté par beaucoup de Phyficiens, tels que Lémeri, Geoffroi, &c. &c. Ces Chimiftes expliquoient par-là la caufticité des chaux métalliques, mais non pas leur augmentation de poids, à moins qu'ils ne fuppofaffent une grande pefanteur aux parties de feu,

Enfin le troisième ſyſtême eſt celui de Scheffer, qui croyoit avec Beccher, Stahl, que le métal en ſe calcinant, perdoit ſeulement ſon principe inflammable. Scheffer conſidéroit le phlogiſtique comme un être très-léger, qui ajouté au métal, lui donnoit de la légèreté, & lorſqu'on en dépouilloit la ſubſtance métallique par la calcination, elle reprenoit ſa première peſanteur.

Depuis que les connoiſſances ſur les airs ſe ſont étendues, on a examiné de nouveau cette grande queſtion; & quoique les expériences ſe ſoient multipliées, on n'eſt point encore d'accord ſur ſa ſolution. Cependant on convient de quelques points principaux.

Il eſt certain que Beccher, Stahl ont eu tort de dire que le métal dans la calcination, perdoit ſeulement le principe inflammable, & n'acquéroit rien. Stahl ignoroit ou n'a pas fait aſſez d'attention aux expériences de Hales. La calcination eſt toujours accompagnée d'une abſorption conſidérable d'air, & on en retire dans la réduction de pluſieurs chaux métalliques.

Il eſt également certain que le ſentiment de Boyle, Lemery, &c. ne peut ſe ſoutenir, & que l'augmentation du poids de la chaux métallique n'eſt pas due à la ſeule matière du feu

feu élémentaire combinée. D'ailleurs ils n'expliquent point ce qu'est devenu l'air absorbé, ni d'où vient celui qui se dégage lors de la réduction de certaines chaux métalliques.

La troisième opinion est également insoutenable par les mêmes raisons.

Il faut donc dans toute théorie qu'on voudra donner de ces phénomènes, expliquer 1°. ce que devient l'air absorbé, 2°. d'où sort celui qui se dégage; 3°. l'augmentation de poids de la chaux métallique; 4°. sa causticité.

Meyer pensoit que la calcination des métaux consistoit dans la perte du phlogistique, & la combinaison de son causticon. Or le causticon suivant lui, étoit composé de l'élément du feu & de la matière élastique de l'air. Il expliquoit par-là très-bien tous les phénomènes.

Schéele a embrassé le sentiment de Meyer qu'il a modifié par les connoissances acquises de son tems. Il disoit que le phlogistique se dissipoit, & que la matière de la chaleur se combinoit. Or cette matière de la chaleur étoit suivant lui, composée de phlogistique & d'air pur, d'où venoit l'augmentation du poids de la chaux métallique & l'absorption de l'air pur. Cette matière de la chaleur se décomposoit ensuite dans la révivification. Le phlogistique se combinoit avec le métal, & l'air pur

ſe dégageoit. Il expliquoit ainſi parfaitement tout ce qui ſe paſſoit dans ces opérations. Mais il lui reſtoit à prouver que la matière de la chaleur contient aſſez de phlogiſtique & aſſez d'air pur. Or c'eſt ce qui n'eſt pas démontré par ſes expériences.

M. Senebier & pluſieurs autres Chimiſtes, penſent que l'air qui eſt abſorbé pendant la calcination, ſe combine avec le phlogiſtique du métal & eſt changé en air acide, lequel ſe combine avec la chaux métallique. Lorſqu'on procède à la réduction de cette chaux, l'air acide ſe décompoſe, rend le phlogiſtique au métal, & reparoît ſous ſa forme première.

M. Cavendish a expliqué cette opération d'une autre manière. Il croit que l'air pur employé à la calcination, ſe combine avec l'air inflammable ou phlogiſtique du métal; qu'il ſe forme de l'eau qui demeure adhérente à la chaux métallique & en augmente le poids; que lors de la réduction cette eau ſe décompoſe, rend l'air inflammable au métal, & ſon air pur ſe dégage. Ces deux dernières opinions expliquent bien comment l'air eſt abſorbé par la calcination des métaux & enſuite dégagé. Mais elles ne rendent pas raiſon de la cauſticité & des autres qualités des chaux métalliques.

Dans tous ces ſentimens on ſuppoſe que la ſubſtance métallique contient un principe inflammable qui ſe diſſipe d'une manière quelconque pendant la calcination, tandis qu'il ſe combine un autre principe avec la chaux.

M. Bayen ayant révivifié les chaux de mercure ſans addition de principe inflammable, dit que dans leur calcination elles ne perdent rien, mais acquièrent ſeulement de l'air pur.

Ce ſentiment a été adopté par M. Lavoiſier qui regarde les ſubſtances métalliques comme des êtres ſimples & non décompoſés. Dans leur calcination, elles ne ſauroient rien perdre, mais elles ſe combinent avec l'air pur. En ſorte que les chaux métalliques ne ſont que le métal, plus l'air pur. Dans leur réduction, l'air pur ſe dégage, & le métal reparoît dans ſon premier état. On voit que c'eſt la même théorie que pour la combuſtion du ſoufre, du phoſphore, &c.

Pour nous décider dans cette foule d'opinions, rapprochons les faits que préſentent les métaux en paſſant à l'état de chaux, d'acides, & de verres.

1°. On ne peut diſconvenir que le métal n'acquiert du poids : 100 livres de plomb peuvent donner 112 livres de minium : 100 livres de fer fourniſſent 137 livres d'éthiops, &c.

2°. Il y a ordinairement absorption d'air pur. Car si on remplit une cloche d'air pur, on pourra y calciner des métaux jusqu'à ce que l'air soit vicié, & il est en même tems absorbé. Mais si on fait cette opération sous la même cloche remplie d'air atmosphérique, elle ne pourra bien se faire que jusqu'à ce que tout l'air pur soit consumé. La chaux métallique acquiert en même tems le poids de tout l'air qui est absorbé.

Je dis que la calcination n'a lieu ordinairement que dans l'air pur. Car nous avons vu qu'elle peut se faire dans les autres espèces d'air, savoir dans l'air acide, dans l'air inflammable, dans l'air impur, dans l'air nitreux, &c. Ce dernier, il est vrai, contient de l'air pur, mais les autres n'en contiennent point, &c.

3°. Dans la calcination du métal par l'air pur, il y a toujours dégagement d'une certaine quantité d'eau. Si on brûle de la limaille de fer avec de l'air pur dans des vaisseaux fermés, on observe toujours une portion d'eau contre les parois des vaisseaux.

J'ai mélangé 100 grains de limaille d'acier avec 1000 grains de précipité rouge, & j'ai distillé le tout dans une petite cornue avec l'appareil au mercure. Il s'est dégagé 67 pouces d'air pur, mêlés d'une partie d'air acide, &

les cloches étoient humectées. Néanmoins il est vraisemblable qu'il est demeuré une portion d'eau combinée dans la chaux de fer.

4°. Il y a toujours une portion d'air acide produite dans cette opération, comme nous venons de le voir. Dans la détonation de la plupart des métaux avec le nitre, j'ai toujours obtenu une quantité plus ou moins considérable d'air acide.

5°. Plusieurs chaux métalliques exposées à l'air extérieur ou à l'air pur, attirent cet air pur, se combinent avec lui & le changent en air acide. C'est ce que nous avons vu à l'égard du minium, des chaux de fer, d'argent, de mercure, &c. précipitées par les alkalis caustiques.

6°. Quelques-unes de ces chaux métalliques peuvent ensuite passer à l'état d'acides, telles sont celles d'arsenic, de molybdène, de thungstène, &c.

7°. La plus grande partie de ces chaux ou acides ne sont révivifiées que par l'action d'un grand feu, & par le concours des substances qui contiennent le principe inflammable.

8°. Cependant il est un grand nombre de procédés où le principe inflammable seul opère cette révivification sans le secours du feu.

Lorſque par exemple, dans la diſſolution d'un métal, on en ajoute un autre qui a plus d'affinité avec l'acide, celui-ci eſt diſſous & l'autre eſt révivifié.

9°. Le phoſphore révivifie auſſi un grand nombre de chaux métalliques, il ſuffit de mettre des bâtons de phoſphore dans des diſſolutions métalliques.

10°. L'or eſt auſſi révivifié par les huiles eſſentielles. En verſant de l'huile de romarin, ou toute autre, dans une diſſolution d'or, bientôt on voit des parcelles d'or nager ſur l'huile.

11°. L'acide arſenical eſt révivifié par l'air inflammable.

12°. Les chaux d'or, d'argent, de mangancſe, &c. expoſées au ſoleil, ſe révivifient en partie.

13°. Les chaux d'argent, de plomb, de mercure, de biſmuth, &c. miſes en contact avec l'air inflammable, ſe révivifient en partie.

14°. Pluſieurs chaux métalliques ſont ſolubles dans l'eau, telles ſont celles d'antimoine, de zinc, d'arſenic, &c.

15°. Les chaux métalliques ont un très-grand nombre des propriétés de la chaux vive, & c'eſt ſur quoi nous devons particulièrement inſiſter.

La chaux vive eſt ſoluble dans l'eau. Pluſieurs chaux métalliques le ſont également.

La chaux vive altère l'air pur & le change en air acide. Nous avons vu que pluſieurs chaux métalliques en ſont autant.

La chaux vive a beaucoup de cauſticité. Pluſieurs chaux métalliques ſont encore plus cauſtiques. Telles ſont celles d'arſenic, celles de plomb, celles d'antimoine, celles de mercure, &c.

La chaux vive eſt ſoluble dans les acides. Un grand nombre de celles des métaux s'y diſſout auſſi.

La chaux vive peut ſe vitrifier. Les chaux métalliques ſe vitrifient également.

Les chaux métalliques ſont paſſer les alkalis à l'état de cauſticité ainſi que le fait la chaux.

La chaux vive ſe combine avec le ſoufre & le phoſphore, & en dégagent les airs inflammables, phoſphorique & ſulfureux. Les chaux métalliques s'y combinent également & en dégagent les mêmes airs.

La chaux vive ſe combine avec les huiles. Les chaux métalliques s'y combinent également & forment des ſavons.

La ſeule différence qui ſubſiſte peut-être entre ces ſubſtances, eſt que la chaux vive verdit les ſucs bleus des végétaux, & que la plupart

des chaux métalliques ne les verdiſſent pas.

Cependant, la terre peſante qu'on ne peut guère s'empêcher de regarder comme une terre ou chaux métallique, les verdit, & cette terre peſante a abſolument toutes les qualités de la chaux vive.

16°. Enfin, les preuves que j'ai données de l'exiſtence de l'air inflammable ne me paroiſſent nullement ébranlées.

Tous ces faits me paroiſſent établir que la combuſtion ou la calcination du métal s'opère comme la combuſtion du ſoufre & du phoſphore, c'eſt-à-dire,

1°. Que les métaux calcinés par le feu perdent une partie de leur air inflammable. Je ne répéterai pas ici les preuves que j'ai données ailleurs de la préſence de cet air dans ces ſubſtances.

2°. Que la flamme & la chaleur qui ſe dégagent dans cette combuſtion, ne viennent point de l'air pur ſeul, mais de la combuſtion de l'air inflammable avec une portion d'air pur, & qu'il ſe dégage de l'eau de cette combuſtion.

3°. Qu'une autre portion d'air pur ſe combine avec la matière de la chaleur ou toute autre ſubſtance qui ſe trouve dans le métal, & eſt changée en air acide.

4°. Que la dernière portion d'air pur se combine avec le métal même.

5°. Que les chaux métalliques faites par d'autres procédés, perdent également leur air inflammable pour se combiner avec de nouvelles substances.

6°. Que ces chaux métalliques contiennent le même principe qui se trouve dans la chaux vive, puisqu'elles en ont toutes les qualités. Or la chaux vive paroît contenir la matière du feu sous une combinaison particulière, que nous avons appelée matière de la chaleur combinée ou causticon.

7°. Que ces chaux faites par le feu, ou obtenues de la dissolution d'un métal & précipitées par les alkalis caustiques, & exposées à l'air pur ou à l'air atmosphérique, attirent cet air pur & le changent en air acide. Mais cet air absorbé est étranger à la chaux, puisqu'elle étoit chaux avant cette nouvelle absorption d'air, qui par conséquent ne lui est point nécessaire.

8°. Il ne paroît pas que la perte du principe inflammable puisse diminuer le poids du métal. Elle doit plutôt l'augmenter, puisque ce principe ou air inflammable a un poids connu & très-réel.

Je regarde donc la chaux métallique faite

par le feu ou par la précipitation des dissolutions métalliques comme le métal privé d'une partie de son air inflammable, & en même tems combinée 1°. avec le même principe que l'est la chaux vive; 2°. avec une portion assez considérable d'air, dont une partie est sous forme d'air acide; 3°. & peut-être avec une portion d'eau, c'est-à-dire, qu'il faut prendre un peu de tous les systêmes proposés à cet égard, & qu'on a eu tort de donner la préférence à l'un à l'exclusion des autres.

Car premièrement, on ne peut disconvenir que l'air inflammable se trouvant dans ces substances, doit brûler avec l'air pur, & par conséquent laisser dégager de l'eau. Il reste maintenant à savoir si cette eau se combine dans la chaux ou si elle est réduite en vapeurs. La plus grande partie est volatilisée. Mais il est vraisemblable qu'il y en demeure une portion.

Mais l'autre portion d'air pur combinée avec la chaux métallique, y est-elle sous forme d'air acide, comme le pensent plusieurs savans, ou à l'état d'air pur?

Il est certain que les chaux métalliques contiennent souvent de l'air acide, comme nous l'avons vu. Néanmoins je pense qu'il y a de l'air pur dans les chaux métalliques. C'est ce

que paroiſſent prouver les phénomènes que préſente l'acide marin lorſqu'on le traite avec quelques-unes de ces chaux, par exemple, avec celle de manganèſe.

Cette chaux de manganèſe, diſtillée ſeule, donne beaucoup d'air pur & elle n'eſt pas révivifiée. Il s'agit de ſavoir ſi cet air pur y étoit en nature, ou ſous forme d'air acide ou à l'état d'eau.

L'acide marin diſtillé, ſoit avec l'eau pure, ſoit avec des ſubſtances qui en contiennent, ou avec des corps qui contiennent de l'air acide, tels que du marbre, demeure toujours le même. Ce ne peut donc être ni l'eau ni l'air acide qui lui donne les qualités que lui communique la chaux de manganèſe.

On pourroit dire, il eſt vrai, que quoique la chaux de manganèſe ne ſoit pas révivifiée, elle change cependant de nature, & décompoſe toujours en partie ou l'eau ou l'air acide. On ſent que cette réponſe n'eſt pas ſatisfaiſante. Puiſque la chaux de manganèſe eſt une de celles qui donnent le plus d'air pur, elle devroit donc être révivifiée.

J'ai auſſi diſtillé l'acide marin avec la chaux vive pour voir ſi elle lui donneroit des qualités approchantes de celles de l'acide marin avec excès d'air pur. Mais il eſt toujours de-

meuré le même, quoique son odeur fût un peu plus pénétrante.

Cependant nous avons vu que l'acide marin ne peut s'unir avec l'air pur seul, en les mettant l'un & l'autre en contact. Il faut donc que leur union soit opérée par le moyen du principe de la chaleur ou causticon qui se trouve dans les chaux métalliques, & nous venons de voir qu'effectivement cet acide emprunte quelque chose de la chaux vive.

Nous avons une expérience encore plus directe pour savoir si l'air acide contenu dans les chaux métalliques peut se décomposer dans leur révivification, leur fournir le principe inflammable d'un côté, & de l'autre l'air pur qui se dégage.

J'ai pris deux capsules, dans chacune desquelles j'ai mis deux onces d'une dissolution nitreuse de mercure. J'ai précipité l'une par du natron le plus caustique possible, & l'autre par du natron aéré. J'ai filtré, lavé les précipités dans de l'eau distillée & les ai fait secher. Le premier pesoit 315 grains, & le second 331 grains. Je les ai mis chacun dans une petite cornue, & ai distillé à l'appareil au mercure.

Le premier a donné d'abord de l'eau, ensuite 6 pouces d'air nitreux, & après 33 pouces d'air pur.

Le second a donné également de l'eau, ensuite 9 pouces d'air nitreux mêlé d'air acide, dont une partie avoit sans doute été absorbée par l'eau, & après 39 pouces d'air pur, qui, agité dans l'eau de chaux, a été diminué de 5 pouces. Cet air acide obtenu fait voir qu'il n'a pas été décomposé.

Ces expériences paroissent donc prouver, 1°. que les chaux métalliques ne contiennent pas de l'eau seule, 2°. qu'elles ne contiennent pas de l'air acide seul, 3°. qu'elles ne contiennent pas de la matière de la chaleur ou causticon seul, 4°. qu'elles ne contiennent pas de l'air pur seul.

L'acide marin avec excès d'air pur, quoique pouvant attaquer l'or, en dissout beaucoup moins que l'eau régale. L'acide nitreux fournit donc plus à l'acide marin que ne lui fournissent les chaux métalliques. Mais en mêlant de l'acide marin avec l'acide nitreux, il y a décomposition, accompagnée de vapeurs rutilantes. Or l'acide nitreux ne donne de ces vapeurs, qu'avec les corps à qui il enlève leur air inflammable, & il abandonne son air pur. Il y a en même tems une grande chaleur. Il paroît donc que les chaux métalliques produisent le même effet sur l'acide marin. Elles lui enlèvent une partie de son principe inflam-

mable & lui donnent de l'air pur & du principe de la chaleur.

Mais les chaux métalliques ne peuvent pas lui faire éprouver ces modifications d'une manière aussi considérable que l'acide nitreux. C'est pourquoi l'eau régale a plus d'énergie que l'acide marin avec excès d'air pur.

Cette uniformité dans les résultats, paroît donc ne laisser aucun doute que les chaux métalliques contiennent le principe de la chaleur & de l'air pur.

Nous avons vu que tous les acides contiennent aussi ces mêmes principes. Or les chaux métalliques peuvent passer à l'état d'acides par la continuation des mêmes procédés qui les ont réduites en chaux. C'est donc encore une nouvelle preuve à ajouter à toutes les autres.

Il reste maintenant à examiner si les chaux métalliques ne conservent plus d'air inflammable. Je crois qu'elles en conservent toujours plus ou moins, suivant les différents états où elles se trouvent, & c'est ce que paroissent prouver les faits suivans.

L'acide nitreux, comme nous l'avons vu tant de fois, ne donne de l'air nitreux qu'avec les corps qui contiennent de l'air inflammable. Or en traitant cet acide avec plusieurs

chaux métalliques, on en retire de l'air nitreux. Par exemple, lorſqu'on veut changer la chaux d'arſenic en acide arſenical, il ſe dégage une très-grande quantité d'air nitreux. La chaux d'argent qui a été long-tems expoſée au ſoleil & s'eſt colorée, donne auſſi de l'air nitreux lorſqu'on la traite avec cet acide.

J'ai expoſé dans un flacon au ſoleil 100 grains de chaux blanche d'argent. Elle s'eſt colorée, je l'ai agitée ſouvent. Au bout de deux mois je l'ai miſe dans un petit flacon & ai verſé deſſus de l'acide nitreux blanc. Il y a eu dégagement de vapeurs rutilantes.

J'ai verſé, ſur la chaux d'arſenic, l'acide vitriolique & j'ai expoſé la cornue au feu, il s'eſt dégagé de l'acide ſulfureux.

Cette même chaux d'arſenic jettée dans du nitre en fuſion produit une vive détonation, comme tous les corps qui contiennent de l'air inflammable.

Enfin, quelques chaux de fer ſont en partie attirables à l'aimant, comme l'eſt le métal lui-même.

Les chaux métalliques préſentent donc différens états; 1°. elles peuvent, comme l'acide ſulfureux, retenir une portion plus ou moins conſidérable d'air inflammable. 2°. Elles peuvent contenir une quantité plus ou moins con-

sidérable de la matière de la chaleur ; 3°. avoir plus ou moins d'air pur ; 4°. plus ou moins d'eau. La chaux de fer offre tous ces états. De la limaille de fer mise dans un creuset & chauffée au rouge, brûle, devient noire, reste attirable. Elle conserve encore de l'air inflammable. Le même fer brûlé davantage, par exemple, par une vive décharge électrique, est réduit en chaux ocreuse, & n'est plus attirable. Elle est réduite dans le même état, lorsqu'ayant été dissoute par les acides elle est précipitée par les alkalis aérés. Mais si on la précipite par la chaux ou les alkalis caustiques, elle devient noire & attirable. Les autres chaux métalliques présentent les mêmes phénomènes.

Enfin ces chaux contiennent le plus souvent de l'air acide, mais cet air ne leur paroît pas de première nécessité ; & il peut y en avoir qui soient sans air acide.

Mais voyons les objections que nous font nos adversaires. « Vous convenez, disent-ils, » qu'il y a de l'air pur en nature dans les » chaux métalliques, par exemple, dans celles » de mercure, d'or, d'argent, &c. Or ces » chaux se révivifient sans addition. On en » retire en air le même poids qu'elles avoient » acquis. Après la révivification, on retrouve » le même poids du métal qui avoit été dissous.

» Donc

» Donc le métal n'avoit rien perdu. Car 1°. s'il
» avoit contenu un principe inflammable, &
» que ce principe inflammable se fût dissipé,
» il devroit y avoir un déficit. 2°. Qu'est-ce
» qui rendroit le principe inflammable néces-
» saire dans cette hypothèse à la révivification?
» 3°. L'air inflammable qu'on retire de la dis-
» solution de plusieurs métaux dans certains
» acides ne vient point du métal, mais de
» l'eau qui est décomposée & qui fournit d'un
» autre côté son air pur à la chaux métallique.
» 4°. Si on se sert d'un acide vitriolique con-
» centré, par exemple, on a de l'acide sulfu-
» reux & du soufre, qui viennent de la dé-
» composition de l'acide. 5°. Lorsqu'on emploie
» l'acide nitreux, le métal est dissous; & il y
» a dégagement d'air nitreux. L'acide est ici
» décomposé. Son air nitreux se dégage, & son
» air pur s'unit à la chaux. M. Lavoisier a même
» déterminé d'après ces données, les quantités
» d'eau ou d'acides décomposés pour fournir
» la portion d'air pur ou principe oxygène, qui
» est combiné dans la chaux métallique. C'est
» en calculant la quantité de principe oxygène
» que contiennent les différentes chaux métal-
» liques par l'inverse du procédé de Bergman.
» Ainsi un quintal d'argent étant révivifié par 31
» livres de cuivre, ces 31 livres de chaux de

» cuivre contiennent autant de principe oxy-
» gène que 100 livres de chaux d'argent ».

Telle est l'objection dans toute sa force. Néanmoins je crois pouvoir y répondre.

Premièrement je nie qu'en calcinant un poids donné d'un métal avec un poids donné d'air pur, on ait une chaux d'un poids égal aux deux matières employées, & que dans la révivification on retire tout cet air & tout ce métal. Nous ne connoissons encore que l'or, la platine, l'argent & le mercure sur qui on puisse faire de telles expériences. Or l'or, la platine & l'argent ne se calcinent point à feu nud, excepté par l'étincelle électrique. Mais on ne peut calculer ce qui se passe dans cette opération. Quant au mercure, le feu le réduit, il est vrai, en chaux; mais ce n'est que par une opération longue & dans un vaisseau ouvert, qui par conséquent exclud toute précision.

On est donc réduit à dissoudre ces métaux, puis les précipiter, ensuite en laver les chaux. Or, nous avons vu que dans la dissolution de tous les métaux, notamment de l'or, il y a toujours une partie du métal volatilisée. *Première perte.* Une autre partie demeure dans les lavages, filtrations, &c. *Seconde perte.* On ne peut jamais être sûr d'une parfaite dessication; *troisième source d'erreur*; ni de la portion

d'acide décomposée, *quatrième source d'erreur.* Enfin, *une cinquième source* d'inexactitude est que dans la révivification une partie de la chaux est sublimée au col des vaisseaux ; il en passe même avec l'air qui se dégage. Tous les calculs qu'on oppose sont donc faits d'après la théorie & non d'après les expériences ; aussi n'ai-je jamais pu retrouver le poids exact en traitant ainsi le mercure, l'argent, &c. quelque précaution que j'aie prise.

« Mais comment, dit-on, les chaux d'or, » d'argent, de platine, de mercure, se révivifient-elles seules & sans addition, & en » même tems s'en dégage-t-il de l'air pur » ? C'est sans doute la difficulté la plus forte qu'on puisse nous opposer. Je crois néanmoins que nous avons beaucoup de faits qui nous expliquent ce qui se passe dans cette opération. Ces révivifications ne se font jamais sans le concours de la chaleur ou de la lumière. Or je pense que cette chaleur ou lumière se combinant avec une portion d'air pur, forment l'air inflammable nécessaire à la révivification.

De la chaux blanche d'argent exposée à la lumière ou à la chaleur noircit. La même chaux exposée à l'air inflammable, noircit aussi. En précipitant la dissolution nitreuse d'argent par la chaux, on a encore un précipité noi-

râtre. La lumière & la matière de la chaleur produisent donc ici le même effet que l'air inflammable. Je pense donc qu'ici la lumière & la matière de la chaleur se combinant avec une portion d'air pur, forment de l'air inflammable qui opère cette révivification partielle.

Lorsqu'on soumet à un feu plus considérable cette chaux d'argent, il se forme une plus grande quantité d'air inflammable; en même tems l'air pur qui n'a pas été employé à former l'air inflammable est dégagé, & le métal est entièrement révivifié.

Nous avons déjà vu que Schéele a également révivifié à la lumière du soleil la chaux de manganèse.

Un grand nombre d'autres expériences que nous avons rapportées dans le cours de cet Ouvrage, prouve également que l'air inflammable se produit par l'air pur & la lumière ou la chaleur. L'acide nitreux devient rutilant lorsqu'il est exposé à la lumière ou à la chaleur. L'acide sulfureux & l'acide phosphorique enfermés dans des tubes pleins d'air & exposés à la chaleur, sont changés en soufre & en phosphore au bout de 15 à 30 jours, & il y a absorption d'air. L'air inflammable est produit journellement chez les végétaux & les animaux. Enfin le fluide électrique présente tous les

caractères de l'air inflammable. Or ce fluide se décompose journellement. Il doit donc aussi se recomposer.

Dans toutes ces expériences, & dans un grand nombre d'autres rapportées ci-devant, les chaux métalliques éprouvent de la lumière du soleil, les mêmes altérations que par le contact de l'air inflammable. Elles ne sont pas totalement révivifiées; mais elles en approchent. Elles acquièrent donc de la lumière, de la chaux & de l'air inflammable un principe quelconque, qui est le même puisqu'il produit les mêmes effets.

Cependant plusieurs chaux métalliques peuvent perdre leur air pur sans être révivifiées, telle est celle de manganèse. Il leur faut de plus un corps qui leur fournisse de l'air inflammable.

Lorsqu'on emploie un degré de feu assez fort, soit celui des verres ardens, soit celui de nos foyers, l'effet est encore plus considérable, & se trouve suffisant pour opérer une réduction entière; il se combine pour lors une plus grande quantité de feu élémentaire de matière de la lumière avec l'air pur, & au lieu de matière de la chaleur, nous avons de l'air inflammable. Mais cette production n'a lieu que parce que la chaux métallique est une base propre à la favoriser.

Ceci explique pourquoi l'or, la platine, l'argent, le mercure, ne se calcinent pas à feu nud. C'est parce que la chaleur révivifie continuellement la petite portion de chaux qui pourroit se former. Mais si la chaleur n'est pas forte, le mercure se calcine, parce que la chaleur n'a pas assez d'intensité pour révivifier sa chaux en formant de l'air inflammable.

Enfin, nous avons vu que la chaux de manganèse, le volfram, traités seuls au feu, donnent beaucoup d'air pur & ne sont pas révivifiés.

On dit que l'air inflammable obtenu des métaux, soit en les calcinant par le feu, soit en les dissolvant dans les acides, vient de la décomposition de l'eau. Nous avons déjà vu le peu de fondement de cette hypothèse. D'ailleurs ces chaux contiennent toujours une portion d'air acide, qui ne sauroit venir de la décomposition de l'eau. C'est démontré.

Enfin, l'acide sulfureux, le soufre & l'air nitreux qu'on obtient dans un grand nombre de ces dissolutions métalliques, démontrent l'existence de l'air inflammable dans ces substances.

Nous ajouterons à tout ce que nous venons de dire, que les substances métalliques peuvent être dépouillées d'une partie de leurs propriétés

sans qu'elles soient combinées avec de l'air pur. C'est ce que prouvent plusieurs expériences que nous avons déjà rapportées.

J'ai calciné des métaux dans des vases pleins d'air acide, d'air inflammable, d'air impur, &c. soit par le feu seul, soit par l'étincelle électrique. Cette calcination a même été opérée dans un vuide presque parfait, par le moyen de l'étincelle électrique.

On répondra sans doute que ces airs contiennent tous de l'eau, & que c'est l'eau qui a été ici décomposée. Mais nous verrons ailleurs que cette décomposition n'est nullement prouvée.

Quant à l'étincelle électrique, je serois assez porté à dire que le fluide électrique contient de l'air pur mêlé avec l'air inflammable, puisqu'elle brûle dans un vuide à peu près parfait, & qu'il est bien reconnu que l'air pur est nécessaire à l'inflammation de l'air inflammable. J'aimerois aussi mieux dire que l'air inflammable, l'air impur, l'air acide, ont été décomposés pour fournir de l'air pur à la chaux métallique, que d'admettre la décomposition de l'eau.

Car la substance obtenue en faisant passer de l'eau dans un canon de fusil incandescent, dans lequel on a mis un fil de fer, ne ressemble

nullement à l'éthiops, mais approcheroît plutôt des combinaisons du fer avec le soufre, le phosphore, l'arsenic, &c. c'est-à-dire, que le fer a été privé d'une partie de son air inflammable sans se combiner avec de l'air pur, mais l'est seulement avec l'eau.

Dans la distillation du zinc & du mercure, on a de l'air inflammable sans que rien ait pu fournir de l'air pur.

Enfin, les métaux combinés avec le soufre, le phosphore, l'arsenic, &c. ont perdu la plus grande partie de leurs propriétés & ne sont pas combinés avec l'air pur.

Ainsi il paroît donc que les métaux peuvent être dépouillés de leur état métallique par différens procédés.

Mais ils ne passent à l'état de chaux, proprement dites, que lorsqu'en perdant leur principe inflammable, ils acquièrent du causticon & de l'air pur. Or, il paroît qu'il n'y a que deux opérations qui puissent les réduire à cet état; 1°. leur calcination dans l'air pur ou l'air atmosphérique, 2°. leurs dissolutions dans les acides, les alkalis, les huiles, &c. dont ils sont ensuite précipités.

Nous pouvons conclure, de tout ce que nous avons dit jusqu'ici, que les substances métalliques peuvent se trouver dans un grand nombre d'états différens.

1°. Etre ſous forme de métaux, c'eſt-à-dire, complettement ſaturées du principe inflammable.

2°. Etre dépouillées plus ou moins d'air inflammable, & ſe trouver combinées avec de nouveaux principes, qui ſont 1°. la matière de la chaleur combinée ou cauſticon, comme l'a dit Meyer; 2°. une portion d'air, comme l'ont dit Geber, Jean Rey, &c. 3°. peut-être une petite quantité d'eau. Ce premier degré de calcination donne les chaux griſes de plomb, d'étain, d'éthiops martial, &c.

3°. La calcination peut être portée plus loin, c'eſt-à-dire, que le métal ſera dépouillé d'une grande quantité de ſon principe inflammable, & ſera combiné avec plus de cauſticon & d'air pur. Ce ſera le ſecond degré de calcination, telle que la chaux blanche d'étain, le minium, l'antimoine diaphorétique, l'ocre, &c.

4°. La calcination peut enfin être complette, c'eſt-à-dire, que le métal aura perdu encore plus de ſon air inflammable, & ſe ſera combiné avec tout ce qu'il aura pu prendre de cauſticon & d'air pur. Ce ſeront les acides métalliques.

5°. Ces chaux peuvent paſſer à l'état de vitrification.

6°. Ces métaux peuvent être combinés avec

d'autres ſubſtances, telles que le ſoufre, le phoſphore, l'arſenic, l'eau, &c. qui les dépouilleront de la plus grande partie de leurs propriétés, ſans les réduire en chaux proprement dites.

Mais ces chaux & ces acides métalliques contiennent-ils de l'air pur? Il paroît que tous les acides contiennent une portion de cet air. Ainſi on ne ſauroit guère douter que ceux-ci n'en contiennent auſſi. D'ailleurs, en diſtillant l'acide arſenical on en retire de l'air pur, & on obtient de l'arſenic.

Il reſte à ſavoir ſi cet air pur vient uniquement de celui qui a été abſorbé pendant la calcination du métal; ou s'il exiſtoit dans le métal avant la calcination?

En ſuppoſant, comme nous l'avons prouvé, que les métaux ſont des eſpèces de ſoufre ou de phoſphore, c'eſt-à-dire, des acides ſaturés du principe inflammable ou air inflammable, on ne peut douter qu'ils ne contiennent de l'air pur comme tous les acides.

D'un autre côté, on ne peut nier qu'il y ait abſorption d'air pur dans la calcination des métaux. Mais tout cet air ne ſe retrouve pas dans la chaux. Car une portion ſe combinant avec l'air inflammable métallique a laiſſé dégager de l'eau & s'eſt diſſipée. Une autre portion

s'unissant avec un autre principe, des métaux, a formé de l'air acide.

Néanmoins il paroît certain que la plus grande portion de cet air pur entre comme principe dans les acides métalliques & dans leurs chaux, de la même manière qu'elle entre dans l'acide vitriolique lors de la combustion du soufre. Nous avons vu que lorsqu'on brûle le soufre, il y a beaucoup d'air pur absorbé, & on a un acide sulfureux très-aqueux. Cette eau a été dégagée par la combustion d'une partie d'air pur & d'air inflammable. Mais cet acide sulfureux est encore chargé d'air inflammable. Si on l'expose avec de l'air pur, il l'absorbe & passe à l'état d'acide vitriolique, parce que la proportion d'air inflammable diminue. Je crois que la même chose a lieu dans la calcination des métaux. Une portion d'air pur se combinant avec les chaux, fait disparoître cet excès d'air inflammable & les fait passer à l'état d'acides.

Et ce qui prouve que cet air pur ne se trouve ici qu'accidentellement & n'est point nécessaire à l'acide métallique, c'est qu'on fait repasser cet acide métallique à l'état de régule en le combinant de nouveau avec l'air inflammable. L'acide arsenical mis en contact avec l'air inflammable s'y combine & passe à l'état

de régule. Or dans l'hypothèse opposée, il faudroit dire; l'arsenic est l'acide arsenical, moins une portion d'air pur, plus une portion d'air inflammable, ou suivant d'autres, l'arsenic est l'acide arsenical moins une portion d'air pur. Mais dans cette expérience, l'acide, arsenical n'a pas pu perdre d'air pur; & on doit dire, l'arsenic est l'acide arsenical, plus l'air inflammable. D'un autre côté, en distillant l'acide arsenical, une portion d'arsenic est révivifiée & on obtient de l'air pur. C'est comme dans la révivification des chaux d'or, d'argent, &c.

Ces expériences me paroissent sans replique. Lors donc qu'il y a une portion d'air pur qui s'unit aux métaux pour les faire passer à l'état de chaux, c'est que cet air sert pour dégager l'air inflammable trop adhérent à la substance métallique. Il faut encore une nouvelle portion d'air pur pour faire passer la chaux à l'état d'acide par la même raison, parce que l'acide conserve encore une portion d'air inflammable qui n'en peut être expulsée que par le moyen de cet air pur.

On dira peut-être que l'air pur de l'acide arsenical se combinant avec l'air inflammable absorbé, forme de l'eau. Mais j'ai fait voir que l'air pur & l'air inflammable mêlangés ne donnent jamais d'eau, il faut qu'il y ait combustion.

D'ailleurs l'acide arsenical n'abandonne son air pur qu'à un certain degré de chaleur qui n'existe pas ici.

Mais j'ai fait une autre expérience qui confirme celle-ci. J'ai rempli un flacon d'une dissolution de vitriol bleu, & j'y ai jetté du fer. Le flacon mal bouché & renversé dans l'eau, a été ainsi laissé plusieurs jours. Le cuivre a été révivifié, & il n'y a eu qu'une très-petite portion d'air pur & d'air inflammable dégagée. Il faut donc que la plus grande partie de l'air inflammable du fer se soit combinée avec le cuivre pour le révivifier, tandis que l'air pur de celui-ci aura calciné le fer.

Il paroît donc que les acides métalliques sont composés comme les autres acides, 1°. de différentes espèces d'air, 2°. de la matière de la chaleur combinée ou causticon, 3°. d'eau.

Ces acides métalliques, combinés ensuite avec le principe inflammable, passent à l'état de métaux de soufre & forment les substances métalliques qui sont de vrais corps combustibles, comme le soufre, le phosphore.

Le métal sera donc composé 1°. d'un acide, 2°. d'air inflammable, 3°. du principe de la chaleur, 4°. quelques-uns pourront contenir de la plombagine ou autres substances étrangères.

Stahl croyoit que les métaux contenoient

une terre vitrifiable, parce que leurs chaux se vitrifioient. Mais les acides, tels que l'acide sédatif, l'acide phosphorique, se vitrifient, & il n'est pas prouvé que les acides contiennent de la terre. Ainsi, la terre vitrifiable que Stahl admettoit dans les métaux, ne sera que leur acide.

D'ailleurs ces notions que nous donnons de la nature des substances métalliques s'accordent avec les procédés que nous avons vu que la nature emploie pour les former chez les êtres organisés, par le seul concours de l'eau, de la lumière & des airs, sans qu'aucun principe terreux y paroisse nécessaire.

Dans l'autre hypothèse, il faut regarder ces substances comme des êtres simples. Or, il n'est pas plus possible de les regarder comme êtres simples, que le soufre & le phosphore, que nous voyons se produire journellement. Il est donc beaucoup plus vraisemblable, disons même, il est prouvé que la nature forme les uns & les autres, avec les différentes espèces d'air, la matière du feu, la lumière & l'eau.

Or si les métaux sont formés tous les jours, ainsi que le soufre & le phosphore, il est donc très-vraisemblable que le principe de l'inflammabilité est le même chez les uns & les autres, & qu'ils ne varient que par la nature de leurs

bases, c'est-à-dire, de leurs acides. C'est comme dans les huiles dont on convient que le principe inflammable est le même air inflammable, & qu'elles ne varient que par leurs autres principes.

Voilà, je crois, où doit se réduire en dernière analyse cette fameuse question en raisonnant philosophiquement. Certainement, en considérant les deux hypothèses en général & sans avoir pris de parti, la mienne paroîtra plus philosophique que l'autre.



DU PRINCIPE COLORANT DU BLEU DE PRUSSE,

(ou *Des Alkalis des Chaux Calcaires & Métalliques phlogistiqués*).

DIESBACH ayant emprunté de Dippel des alkalis distillés sur l'huile animale, & les mêlant avec des préparations de fer, apperçut un superbe bleu. Telle est l'origine du bleu de Prusse. On a substitué, depuis Dippel, le sang de bœuf aux huiles, & on calcine ordinairement les alkalis avec le sang de bœuf pour les préparations en grand du bleu de Prusse. On lessive ensuite, on filtre & on a une liqueur qui a une odeur fade & qu'on appelle alkali phlogistiqué. La chaux peut également se charger de ce principe colorant. Ces alkalis ou chaux phlogistiqués, versés dans les dissolutions de fer, en précipitent le fer en bleu. Ce bleu n'est donc qu'une chaux de fer bleue.

Toutes les matières qui contiennent de l'air inflammable peuvent être substituées au sang de bœuf ou aux huiles. Spielman a employé avec succès le bitume. Schéele a chargé l'alkali du

du principe colorant, en le traitant avec le charbon & même avec la plombagine mêlée avec l'alkali ammoniacal.

Les Chimistes qui veulent avoir une liqueur sure, chargée du principe colorant, font bouillir de l'alkali ou de l'eau de chaux sur du bleu de Prusse. On lessive ensuite, on filtre & on obtient une liqueur très-chargée du principe colorant.

La nature de ce principe, qui de l'alkali passe dans la chaux de fer (& les autres chaux métalliques), & peut ensuite lui être enlevé par le même alkali, a beaucoup exercé les Chimistes, & les opinions ont varié. Auparavant que de les exposer, il faut voir les phénomènes que présentent ces substances.

Les acides versés sur ces alkalis ne paroissent pas s'y combiner.

Ils ne décomposent point les sels calcaires alumineux, ni les sels ammoniacaux.

Mais tous les alkalis & même la chaux chargés de ce principe, décomposent les sels métalliques & les précipitent sous différentes couleurs. Les expériences n'ont pas toujours donné les mêmes résultats, ce qui dépend sans doute de la nature de la liqueur qu'on a employée & de celle des dissolutions métalliques.

Suivant Schéele, l'or & l'argent sont préci-

pités en blanc par le principe colorant, le cuivre en jaune citrin, le plomb & l'étain en blanc, ainſi que la plupart des autres métaux, le cobalt en jaune brun, &c.

Bergman a eu des précipités d'une couleur différente; l'or, ſuivant lui, a été précipité en jaune, l'argent en jaune obſcur, le mercure en gris qui a paſſé en jaune obſcur, le plomb en blanc, le cuivre en jaune verdâtre, le fer en bleu, l'étain en blanc mêlé de bleu, &c.

Suivant M. Scopoli, l'or a été précipité en blanc ſale, la platine en bleu, l'argent en blanc ſale ainſi que le mercure, le cuivre en jaune obſcur, le fer en bleu, &c. Comme on ne peut douter de l'exactitude de ces célèbres Chimiſtes, il faut conclure que ces différences viennent de la nature des métaux & des liqueurs qu'ils ont employées, leſquelles n'avoient pas le même degré de pureté.

Geoffroi, en diſtillant du bleu de Pruſſe, en avoit retiré de l'alkali ammoniacal. M. Baumé en a retiré le même alkali & une portion d'huile.

Schéele, qui a fait un ſi beau travail ſur le bleu de Pruſſe, l'a ſoumis à la diſtillation. Il en a retiré de l'air inflammable, de l'air acide & de l'alkali ammoniacal. Tous les différens précipités métalliques chargés de la matière

colorante, lui donnèrent les mêmes produits : d'où il conclud que la partie colorante eſt compoſée de ces trois ſubſtances.

Bergman a adopté la même théorie. Mais il a mis le principe colorant au nombre des acides, parce que les chaux métalliques y tiennent beaucoup, que les alkalis qui en ſont chargés ne ſont plus attaqués par les acides, &c. M. de Morveau l'a appelé acide pruſſique.

M. Landriani ayant diſtillé du bleu de Pruſſe en a retiré une liqueur acide, de l'huile & beaucoup d'air inflammable mêlé d'air impur.

MM. Scopoli & Barca ayant épuiſé de fer, autant qu'il leur avoit été poſſible, une liqueur chargée de principe colorant, l'ont expoſée à la lumière, & ils ont obſervé que l'action de la lumière en précipitoit conſtamment du bleu.

M. Weſtrumb, qui a beaucoup travaillé ſur cette matière, en a toujours obtenu des ſels phoſphoriques de fer ou *ſiderite*. Ce qui lui a fait regarder l'acide phoſphorique comme une partie conſtituante du bleu de Pruſſe. Mais cet acide lui paroît étranger, & lui eſt ſans doute fourni, ſoit par le charbon, ſoit par le ſang de bœuf.

Je ne penſe point que l'acide phoſphorique ni l'alkali ammoniacal ſoient des principes conſtituans de la liqueur colorante du bleu de

Pruſſe. Mais avant que d'entrer dans ces diſcuſſions il faut ſuivre l'ordre des expériences.

J'ai mis 300 grains de bleu de Pruſſe dans une petite cornue, & j'ai diſtillé à l'appareil au mercure. Il a paſſé 41 pouces d'air; & je ne puis pas aſſurer avoir épuiſé entièrement le bleu de Pruſſe.

Une partie de cet air devoit être ammoniacal, car il avoit une odeur très-vive d'alkali ammoniacal.

Il y avoit ſur la ſurface du mercure une roſée colorée, qui ne m'a pas paru être de l'huile.

600 parties de cet air introduites dans une cloche pleine d'eau de chaux l'ont précipitée abondamment, & au bout de 24 heures ont été réduites à 3,75; cette grande diminution ne doit pas être toute attribuée à l'air acide; il y en a peut-être une portion due à l'air ammoniacal. Cependant elle doit être petite, parce que celui-ci eſt abſorbé très-promptement, au lieu qu'ici l'abſorption a été plus lente.

100 parties de cet air ainſi lavé dans l'eau de chaux & détonnées avec 200 d'air atmoſphérique, ont laiſſé un réſidu de 2,17, qui, agité dans l'eau de chaux, a été réduit à 2,12.

200 parties de ce même air inflammable

exposé sur l'eau de chaux, détonnées avec 100 parties d'air pur, ont laissé pour résidu 0,41, 0,40, qui, agitées dans l'eau de chaux, ont été diminuées de 0,05, 0,06.

100 parties du même air & 100 parties d'air nitreux ont été réduites à 1,85.

On peut donc estimer la quantité d'air impur contenu dans cet air inflammable à environ 0,30 ou 0,35, & celle de l'air pur 0,07.

Mais 600 parties de cet air extrait du bleu de Prusse, contiennent 2,25 d'air acide ou environ 0,37 du total. Ainsi 100 parties de cet air contiendront à peu près 0,37 d'air acide, 0,42 d'air inflammable, 0,07 d'air pur, 0,14 d'air impur. Il peut cependant y avoir encore une petite portion d'air ammoniacal.

On auroit pu craindre que la petite portion d'air atmosphérique contenu dans la cornue, quoique ne faisant pas un pouce cubique, contribuât à la production de l'air acide. J'ai donc répété l'expérience, en finissant de remplir la cornue de mercure, & les résultats ont été les mêmes, aux petites différences près que présentent toujours ces sortes d'expériences. Ainsi il ne me paroît pas qu'on puisse douter que l'air acide existe dans le principe colorant.

Le bleu de Prusse qui reste dans la cornue

eſt devenu noir, attirable à l'aimant, &c. enfin a paſſé à l'état d'éthiops.

J'ai calciné dans un creuſet découvert du bleu de Pruſſe, il a pris la couleur du tabac d'Eſpagne, & quelques portions étoient attirables.

Voici donc ſix ſubſtances qu'on retire toujours de la matière colorante du bleu de Pruſſe, 1°. l'air inflammable, 2°. l'air impur, 3°. l'air acide, 4°. l'air pur, 5°. l'alkali ammoniacal, 6°. l'acide phoſphorique. Il s'agit de ſavoir ſi toutes ces ſubſtances ſont eſſentielles au principe colorant & ſi elles y exiſtent.

Schéele a fait de la très-bonne liqueur colorante avec la plombagine à laquelle il avoit mêlé l'alkali ammoniacal. Or la plombagine ne contient point d'acide phoſphorique. Ainſi il paroît que celui que M. Weſtrumb en a toujours retiré vient du ſang ou du charbon dans leſquels nous ſavons que l'acide phoſphorique ſe trouve toujours.

L'alkali ammoniacal me paroît auſſi étranger au principe colorant, comme je l'ai dit Journal de Phyſique, Janvier 1786; car j'ai verſé de l'acide marin ſur du bleu de Pruſſe, & j'ai chauffé à une chaleur ſuffiſante pour ſublimer le ſel ammoniac s'il y en avoit eu; & je n'en ai point obtenu. Cependant en diſtillant juſqu'à

ſiccité & faiſant rougir la cornue, il ſe ſublime une petite portion de ſel ammoniac, que je regarde pour lors comme un produit du feu. Il eſt à obſerver qu'il paſſe une petite portion d'acide marin, qui a une vive odeur d'acide marin déphlogiſtiqué, ou avec excès d'air pur.

Mais on ne peut pas nier qu'il s'y trouve, 1°. de l'air inflammable, 2°. de l'air acide, 3°. de l'air impur, 4°. de l'air pur.

On doit donc regarder le bleu de Pruſſe comme une véritable chaux de fer combinée avec ces différens airs. Si on veut à raiſon de cette petite portion d'air acide, dire que le principe colorant eſt un acide, on le peut. Mais je préférerois de l'enviſager comme une chaux de fer, ſurchargée d'air inflammable. Pluſieurs chaux métalliques contiennent de l'air acide, & cependant on n'appelle pas acide le principe qui les calcine. Au reſte, la choſe importe peu, pourvu qu'on convienne des principes conſtituans de cette ſubſtance.

D'autres faits confirment ceux-ci. L'argent eſt coloré en bleu par l'air inflammable, ſurtout l'air inflammable ſulfureux. L'acier eſt également coloré en bleu par la vapeur de l'air inflammable, ou en l'expoſant ſimplement ſur les charbons, avec un corps qui contienne

de l'air inflammable, ces expériences ne laissent aucun doute sur les premières.

Dans les expériences délicates de Chimie, on a souvent besoin d'une liqueur chargée de la matière colorante du bleu de Prusse & qui ne contienne point de fer. Les plus grands Chimistes se sont exercés à trouver un procédé sûr pour dépouiller de toute portion de fer la matière colorante.

M. Baumé a conseillé de verser du vinaigre dans la liqueur teignante, & de laisser digérer plusieurs jours. Il croyoit que tout le fer étoit précipité. Mais MM. Scopoli & Barca ont fait voir qu'en exposant cette liqueur à la lumière du soleil elle précipitoit encore beaucoup de bleu, quoiqu'une chaleur plus forte que celle du soleil n'en fît point précipiter. Cette belle expérience fait voir que la liqueur contenoit encore du fer, & que la lumière pouvoit lui rendre le principe colorant, sans doute par une nouvelle production d'air inflammable.

Un des meilleurs procédés que nous ayons jusqu'ici, pour avoir une bonne liqueur colorante, est de faire bouillir l'eau de chaux sur le bleu de Prusse. J'ai réduit en poudre 200 grains de bleu de Prusse que j'ai mis dans une cornue & ai versé par-dessus 16 onces d'eau de chaux que j'ai fait bouillir. La liqueur,

refroidie & filtrée, avoit une couleur d'un jaune verdâtre. J'en ai mis dans un verre & y ai verſé un acide, la couleur verte a pris de l'intenſité, & enfin il s'eſt dépoſé un petit précipité bleu. Ce qui annonce que cette liqueur contient encore du fer. J'en ai fait évaporer une portion dans une capſule de verre juſqu'à ſiccité, il eſt reſté un dépôt verd tirant ſur le bleu.

J'ai précipité avec cette liqueur différentes diſſolutions métalliques. La diſſolution vitriolique de fer a été précipitée en bleu. La diſſolution nitreuſe de cuivre a d'abord été précipitée en verd, puis a paſſé au brun. La diſſolution nitreuſe d'argent a été précipitée en blanc, qui eſt devenue enſuite un peu griſe. La diſſolution nitreuſe de mercure a été précipitée en blanc citrin. La diſſolution de platine dans l'eau régale a été précipitée en bleu, mais c'eſt ſans doute par une portion ferrugineuſe; car une diſſolution de platine, bien ſéparée de ſon fer, n'a pas donné de précipité ſenſible. La diſſolution d'or a été précipitée en jaune. Lorſque l'or n'eſt pas pur, le précipité eſt verdâtre par rapport au cuivre? La diſſolution nitreuſe d'étain a donné un précipité d'un blanc légèrement bleuâtre. La diſſolution nitreuſe de plomb a donné un précipité blanc. La diſſolu-

tion nitreuſe de cobalt a donné un précipité fleur de pêcher tirant ſur le brun. La diſſolution vitriolique de manganèſe a donné un précipité blanchâtre.

Le principe aſtringent de la noix de galle ſe comporte d'une manière très-analogue à celle du principe colorant du bleu de Pruſſe. Suivant Schéele, qui l'a obtenu ſous forme criſtalline, il ne décompoſe point les ſels de magnéſie, d'alun, de terre peſante & de terre calcaire; mais il précipite preſque toutes les diſſolutions métalliques, celle d'or en verd ſombre, celle d'argent en brun qui devient gris, celle de mercure en jaune orangé, celle de cuivre en brun, celle de plomb en blanc, celle de biſmuth en jaune citron, celle de fer en noir, &c. mais ce précipité noir du fer, étendu de beaucoup d'eau, eſt bleu. Il rapproche donc juſqu'à un certain point du bleu de Pruſſe. Cependant il y a quelques différences; car les acides détruiſent ce noir de l'encre, c'eſt-à-dire, qu'ils diſſolvent ce précipité, tandis qu'ils augmentent l'intenſité du bleu de Pruſſe, qui d'un autre côté eſt décoloré & diſſous par les alkalis.

J'ai fait une forte infuſion de noix de galle, que j'ai fait évaporer à ſiccité, & j'en ai diſtillé le réſidu. Il m'a donné de l'air inflammable,

de l'air acide, de l'air impur & de l'air pur, ainſi que le principe colorant du bleu de Pruſſe. Mais cette infuſion de noix de galle, traitée avec l'acide nitreux, on en retire de l'acide ſaccharin, ce qui annonce de l'acide muqueux. D'ailleurs, il eſt acide au goût, rougit l'infuſion de tourneſol, &c. Nous pouvons donc conclure que vraiſemblablement ce principe colorant de la noix de galle eſt un acide muqueux ſurchargé d'air inflammable.



DE LA TERRE.

On avoit cru que la terre ſeule pouvoit donner de la ſolidité aux corps. L'analyſe a prouvé le contraire. Les corps organiſés contiennent très-peu de terre. Les principes qui y ſont les plus abondans ſont l'eau, l'air, la lumière, l'huile, les ſels, ſoit acides, ſoit alkalins; & ces huiles, ces ſels ſont compoſés de différens airs, du principe du feu, de l'eau, &c.

Les Naturaliſtes ſont partagés ſur la nature des terres. Pott en admettoit quatre, 1°. la calcaire, 2°. la gypſeuſe, 3°. l'argileuſe, 4°. la vitrifiable. Il eſt reconnu aujourd'hui que la gypſeuſe n'eſt pas une terre particulière, mais un ſel vitriolique où entre la terre calcaire.

Macquer penſoit qu'il n'y avoit qu'une terre première, qu'il croyoit être la vitrifiable.

M. d'Arcet préſume que cette terre première eſt la terre calcaire.

M. Baumé croit que la terre première eſt la terre argileuſe.

M. Sage, qui penſe également qu'il n'y a qu'une terre première, l'appelle abſorbante.

M. de Romé de Liſle a adopté ſon ſentiment.

Bergman admet cinq terres, 1°. la calcaire, 2°. la magnésie, 3°. la pesante, 4°. l'argileuse, 5°. la vitrifiable, sans décider si on peut les ramener à une seule.

Nous devons ajouter à toutes ces terres, celles que l'on croit communément servir de bases aux substances métalliques ; mais quelle est la nature de toutes ces terres ?

L'illustre Schéele ayant converti en acides un grand nombre de métaux, a soupçonné que toutes les terres n'étoient que des acides.

Cette diversité, dans les opinions des plus grands Chimistes, fait bien voir combien peu sont avancées nos connoissances sur les terres. Mais examinons les faits.

I. On ne sauroit guère nier que les bases métalliques ne soient effectivement des acides, puisqu'on en a déjà converti plusieurs en acides. Or ces bases métalliques réduites à l'état de chaux ont entièrement l'apparence terreuse. 2°. Elles sont aussi fixes que les terres. 3°. Elles se vitrifient comme celles-ci. Ce sont de fortes analogies. Plusieurs acides, tels que le phosphorique, le boracin, se vitrifient également. Les acides se rapprochent ainsi des chaux métalliques & celles-ci des terres.

II. La terre pesante ne paroît être qu'une terre métallique, qu'on n'a encore pu réduire à la

vérité. En ſuppoſant par conſéquent que les terres métalliques ſont des acides, la terre peſante en ſeroit donc encore un, qui n'auroit pas toutes ſes propriétés ; mais comme toutes les chaux métalliques avant que de devenir acides, ont les qualités de la chaux, la terre peſante, telle que nous l'avons, étant calcinée, a également tous les caractères de la chaux.

III. La magnéſie paroît ſe reproduire journellement ; car 1°. on retire du natron le plus pur une quantité plus ou moins conſidérable de magnéſie. Or ce natron eſt produit ſans ceſſe dans les nitrières. La magnéſie le ſera donc également. Effectivement de la craie très-pure expoſée à la nitrification, leſſivée enſuite, donne beaucoup de ſels à baſe de magnéſie. Cette magnéſie a donc été produite. 2°. On trouve de la magnéſie dans les cendres des végétaux. Il paroît donc qu'elle y eſt formée comme les autres principes de la plante.

IV. La terre quartzeuſe ou ſiliceuſe ſe convertit tous les jours en argile ; car dans les pays volcaniques, on voit les laves, les baſaltes s'altérer & paſſer à l'état d'argile. Ce paſſage eſt encore plus prompt ſi ces ſubſtances ſe trouvent expoſées à l'action de l'acide ſulfureux. Les granits s'altèrent de même & paſſent à

l'état d'argile. J'en ai trouvé ſouvent dans les pays volcaniques qui étoient devenus abſolument argileux. Les quartz carriés ou pierres meulières ont leurs cavités remplies d'argile; ce qui feroit ſoupçonner que cette argile vient de leur décompoſition. Enfin, le verre expoſé à l'air ſe décompoſe & paſſe à l'état d'argile; cependant ce verre eſt formé du quartz le plus pur.

V. Quoiqu'il ne ſoit pas auſſi prouvé que la terre quartzeuſe ou l'argile puiſſent paſſer à l'état de terre calcaire, c'eſt cependant très-vraiſemblable.

VI. La terre calcaire réduite à l'état de chaux vive ſe rapproche beaucoup des alkalis fixes, comme nous l'avons vu.

Toutes les terres paroiſſent donc rentrer dans l'ordre des ſubſtances ſalines. Les unes ſont dans la claſſe des acides, telles ſont les terres métalliques; les autres dans la claſſe des ſubſtances alkalines, telles que la chaux, la magnéſie, la terre peſante, l'argile & la terre vitrifiable ou ſilicée. Ainſi dans cette hypothèſe l'idée de Schéele ne feroit vraie qu'en partie; c'eſt-à-dire, qu'on ne pourroit mettre au nombre des acides que les terres métalliques, & les autres rapprocheroient davantage des ſubſtances alkalines; & on doit même obſerver

que ces terres métalliques avant que de passer à l'état d'acides, tiennent beaucoup de la nature des chaux calcaires & des alkalis, ainsi que nous l'avons vu. La terre pesante en particulier a toutes les qualités de la chaux.

Une seconde conséquence, pas moins intéressante, que nous devons déduire, est que les substances alkalines ne sont pas bien éloignées des acides. Car les terres métalliques à l'état de chaux ont toutes les qualités des alkalis; & un peu plus calcinées deviennent acides. Peut-être seroit-il possible de faire passer les alkalis & la chaux calcaire à l'état acide. Au moins ne pouvons-nous douter que chez les animaux & les végétaux, les acides ne passent à l'état d'alkalis.

Mais si les acides ne sont composés, comme il paroît, que des différens airs, savoir, d'air pur, d'air inflammable, d'air impur, &c. de la matière du feu, de l'eau, &c. si les alkalis ne sont également composés que des mêmes principes différemment modifiés ; il s'ensuivra que ce qu'on a appelé terre ne seroit plus un élément, mais un composé. C'est à des expériences ultérieures à nous donner des lumières sur cette matière intéressante, & à confirmer ces idées, qui dans ce moment me paroissent très-vraisemblables.

On

On feroit d'abord tenté d'objecter que les différentes efpèces d'air, l'eau & le feu, font des principes trop volatils pour avoir la folidité de la terre. Mais nous voyons les acides, tels que le phofphorique, le boracin, l'arfenical, &c. fupporter le plus grand feu & fe vitrifier fans fe volatilifer. Nous ne pouvons cependant douter qu'ils ne foient compofés que d'air, d'eau & de feu.



DE LA VITRIFICATION.

Tous les corps paroissent solides naturellement. Ils ne tiennent leur liquidité que du feu ; ou principe de la chaleur, & dès que celui-ci les abandonne, ils reprennent leur solidité.

Dans ce passage de l'état de liquidité à celui de solidité, il se présente différens phénomènes, qui méritent d'être observés ; 1°. une partie du principe de la chaleur qui tenoit le corps liquide, se dégage, & il est des circonstances où cette chaleur est très-sensible, comme dans la cristallisation de plusieurs sels ; 2°. lorsque l'eau passe à l'état de glace, il y a aussi dégagement de la matière de la chaleur & le thermomètre remonte un instant.

Mais le phénomène qui nous intéresse le plus dans ce moment, est ce qui se passe relativement à l'arrangement des parties. Si le refroidissement est prompt & subit, que la masse ne soit point homogène, tout demeure mêlé & confondu. Si au contraire le refroidissement est lent, chaque partie obéissant à la force d'affinité s'arrange avec ordre, & cristallise d'une manière plus ou moins régulière. Enfin,

ſi la maſſe eſt homogène, elle eſt le plus ſouvent tranſparente.

L'eau ainſi rapprochée ſous forme de glace, & ne contenant point d'air, eſt d'une belle tranſparence.

Les gommes bien épurées, telles que celles de ceriſier, d'abricotier, &c. les gelées animales & végétales, les mucilages, la colle, &c. ſont dans le même cas.

Les huiles concrètes, les réſines, les baumes, &c. préſentent encore le même phénomène.

Mais ſi dans un mêlange il ſe trouve un corps hétérogène, par exemple, de l'huile dans un mucilage, dès-lors la ſubſtance devient opaque, comme dans les émulſions, ce qui eſt cauſe de l'opacité des gommes-réſines, des extracto-réſineux, &c.

Tous les ſels neutres, en criſtalliſant, ſont tranſparens. Mais ceux qui s'effleuriſſent à l'air, tels que le ſel de Glauber ou vitriol de natron, les criſtaux de natron, &c. perdent cette tranſparence.

Les pierres, dans leur état de pureté, & qu'on doit regarder comme ſels, ont la même tranſparence; telles ſont parmi les pierres calcaires, les ſpaths, les criſtaux de ſélénite dans les gypſes, dans les pierres argileuſes les verres

de Moſcovie. Enfin le criſtal de roche, les pierres précieuſes, le ſpath fluorique, le ſpath peſant, &c. ſont de la plus belle eau. Mais s'il ſe trouve des corps étrangers dans ces ſubſtances, telles que des parties métalliques, &c. ou ſi la criſtalliſation a été troublée, que toutes les parties n'ayent pas eu le tems de s'arranger, dès-lors il n'y a plus de tranſparence. C'eſt pourquoi le marbre eſt opaque, &c.

Les ſubſtances métalliques ne ſont jamais tranſparentes, parce qu'elles ne ſont pas homogènes, leurs baſes ou acides métalliques ſont combinées avec le principe de l'inflammabilité, ce qui forme un corps hétérogène, comme le ſoufre. Cependant le phoſphore qui eſt une ſubſtance analogue, eſt diaphane. Ceci tient de la nature de la combinaiſon. Mais ſi on dépouille les métaux de ce principe inflammable, & qu'on les tienne dans un état ſuffiſant de liquéfaction, on les obtient diaphanes, tels ſont les verres métalliques. Si quelques-uns ſont opaques, comme le verre d'étain, c'eſt que la calcination n'eſt pas complette.

La vitrification eſt donc l'état d'un corps qui demande un degré de chaleur plus ou moins conſidérable pour être liquide, & à qui on a donné un coup de feu aſſez vif pour le tenir

un certain tems dans cet état de fusion. Si la masse est parfaitement homogène, que toutes les parties se trouvent dans un égal degré de fusion, elle sera transparente & diaphane. Pour avoir un verre parfaitement diaphane, il faut donc que toute la masse ait été dans une belle fonte, & qu'il ne s'y trouve point de corps hétérogène. C'est le même phénomène que nous avons vu pour les cristallisations par l'eau.

La plupart des corps capables de soutenir un assez grand degré de feu sans se volatiliser, peuvent se vitrifier; parmi les acides, le phosphorique, le boracin, l'arsenical, &c. dans les alkalis les deux alkalis fixes, presque toutes les chaux métalliques, la chaux calcaire, & enfin toutes les terres & pierres, excepté le diamant qui se consume.

Plusieurs substances qui seules ne fondent pas, ou qu'avec beaucoup de peine, se vitrifient facilement par l'intermède d'une seconde substance, tel est le quartz, qui ne fond que par l'air pur, & que l'alkali fait fondre avec grande facilité. C'est qu'il y a une vraie dissolution de ces deux substances. Elles agissent l'une sur l'autre par le moyen du feu. Nous avons vu que plusieurs menstrues ne peuvent agir sur d'autres corps que par l'intermède du feu.

La vitrification ne paroît effectivement qu'une simple dissolution par le feu. On introduit dans la substance à vitrifier, une plus ou moins grande quantité de chaleur. Cette abondance du feu rend nulle la force de cohésion du solide, & le fait passer à l'état de liquidité. Mais à mesure que cette chaleur se dissipera, la force de cohésion reprendra le dessus, & le corps redeviendra solide. Si ce refroidissement se fait lentement, le corps pourra cristallifer. C'est ainsi que les métaux cristallisent. Peut-être pourra-t-on également faire cristalliser les verres & les émaux.

Mais les corps perdent-ils ou acquièrent-ils quelque chose dans l'acte de la vitrification? S'y fixe-t-il quelque nouveau principe, par exemple, le principe de la chaleur? Les alkalis ne paroissent rien perdre ni acquérir. Car si l'on fait du verre avec excès d'alkali & qu'on y ajoute de l'acide, on a les sels ordinaires. La terre quartzeuse elle-même ne paroît pas plus altérée; car j'ai fait du verre avec excès de natron & j'y ai versé de l'acide vitriolique, j'ai obtenu du vitriol de natron. Mais la terre quartzeuse a été insoluble.

Cependant, le verre ordinaire fait avec une juste proportion de sable & d'alkali est inattaquable à l'action de la plupart des acides. On

feroit donc porté à croire que l'alkali eſt défendu par l'intermède de la terre quartzeuſe. Mais le verre fait avec la chaux & les alkalis, eſt également inattaquable aux acides, quoique les acides diſſolvent l'un & l'autre ſéparément.

Le flint-glaſs fait avec les chaux de plomb & les alkalis réſiſte à l'action des acides, tandis qu'ils diſſolvent ſéparément les alkalis & les chaux de plomb, & cependant ces chaux de plomb à l'état de flint-glaſs peuvent abſorber le principe inflammable : car j'avois mis un mélange de ſoufre & de natron dans un flacon de flint-gaſs, qui eſt devenu preſque noir. La plupart des verres métalliques ne ſont point attaqués par les acides. Cependant quelques-uns le ſont, tels que celui d'antimoine dont on ſe ſert pour faire le tartre ſtibié ou ſel tartareux d'antimoine en le faiſant bouillir avec l'acide du tartre. Enfin tous ces verres ſont inſolubles dans l'eau, tandis qu'elle diſſout les chaux métalliques, les chaux calcaires & les alkalis.

Quelques acides paſſent auſſi à l'état de verres par l'action du feu, tels ſont l'acide phoſphorique, l'acide boracin, l'acide arſenical, &c. & ces verres préſentent des phénomènes particuliers.

Schéele, ayant diſtillé de l'acide arſenical, a

obtenu une petite portion de métal révivifié. Il s'eſt dégagé de l'air pur, & l'autre portion de l'acide s'eſt vitrifiée. Ce verre arſenical attire l'humidité de l'air, ſe diſſout dans l'eau, & conſerve toutes ſes propriétés acides.

L'acide boracin, tenu à un feu violent, ſe vitrifie également. Mais ce verre ſe diſſout dans l'eau, & reprend toutes ſes qualités acides.

L'acide phoſphorique qui n'eſt pas purifié, mis dans un creuſet & pouſſé à un grand feu, donne un verre ſolide tranſparent, & qui n'a plus aucune qualité acide, ne ſe diſſout point dans l'eau, n'a point de ſaveur, &c. mais on a prouvé que ce verre n'étoit point l'acide phoſphorique pur, & qu'il étoit dans un état de combinaiſon, le plus ſouvent avec la terre calcaire; car l'acide phoſphorique pur ſe comporte bien autrement.

J'ai mis dans une petite cornue demi-once d'acide phoſphorique obtenu de la combuſtion lente du phoſphore à l'air libre, & j'ai diſtillé à l'appareil au mercure. Il s'eſt volatiliſé une partie de l'acide, & il ne s'eſt pas dégagé d'autre air que celui des vaiſſeaux. J'ai augmenté le feu au point de tenir rouge la cornue pendant demi-heure; je l'ai enſuite ôté du mercure pour prévenir l'abſorption. Dès que l'air extérieur a pu s'y introduire, il y a eu

deux petites explosions produites par quelques portions de phosphore, contenues sans doute dans l'acide, & qui avoient été sublimées. Ce qui prouve bien que cet acide à ce degré de feu ne laisse point dégager d'air pur.

La cornue cassée, le fond étoit couvert d'une portion de l'acide qui étoit blanchâtre, & avoit beaucoup de consistance. Il attiroit l'humidité de l'air & étoit très-acide.

On peut obtenir l'acide phosphorique pur par un autre procédé, savoir en dissolvant par l'acide nitreux les os calcinés & précipitant par l'acide vitriolique la terre calcaire. La liqueur filtrée contient l'acide phosphorique. Mais cet acide phosphorique est encore chargé d'une portion de terre calcaire que j'ai précipitée par l'alkali ammoniacal, en suivant le procédé de M. Wiegleb. Cette liqueur filtrée de nouveau est un sel phosphorique ammoniacal. Je l'ai distillé, l'alkali ammoniacal s'est dégagé & la cornue tenue rouge demi-heure, l'acide phosphorique a passé au même état que dans l'expérience précédente, savoir à un état pâteux, blanchâtre, & il étoit très-acide.

Il paroît donc que ces acides qui se vitrifient, tels que celui du borax, le phosphorique & l'arsenical, ne perdent ni n'acquièrent. Ils sont seulement dépouillés de leur eau

furabondante. Cependant il fe pourroit qu'une partie fût décompofée par un feu foutenu long-tems.

Les alkalis ne paroiffent non plus ni perdre ni acquérir, puifque dans les verres faits avec excès d'alkali on y retrouve ces alkalis avec toutes leurs qualités ordinaires.

Cependant les verres bien faits font inattaquables aux acides, quoique compofés de matières qui s'y diffolvent entièrement, tels que le flint-glafs. On feroit donc porté à croire qu'il s'y eft combiné quelques principes nouveaux, tels que la matière de la chaleur, &c. qui les rendroit ainfi infolubles. Les verres faits avec les chaux métalliques doivent conferver leur air pur.

Nous ne connoiffons pas encore tout ce qui fe paffe dans l'acte de la vitrification. Mais elle ne paroît autre chofe qu'une diffolution par le feu. Il fe peut qu'il fe combine de la matière de la chaleur. Mais l'indiffolubilité du verre dans les acides eft très-difficile à expliquer; l'attribuera-t-on à ce que les parties étant extrêmement rapprochées, ne laiffent pas de prife aux acides? Mais les parties d'un métal font encore plus rapprochées, & le métal le mieux poli n'en eft pas moins attaqué par les acides. Cependant il paroît que c'eft la vraie

cause de l'indissolubilité du verre; car il est prouvé qu'en le réduisant en poudre impalpable & le faisant digérer dans les acides, sa partie alkaline y est toute dissoute, comme l'a fait voir M. Cadet. Nous avons aussi vu que l'eau elle-même le dissout à un feu de lampe continué long-tems.

Nous pouvons résumer de tout ce que nous venons de dire sur les différentes substances salines, savoir, les acides, les alkalis, la chaux & les métaux, qu'elles ont toutes les plus grands rapports. Les unes & les autres ont une grande énergie; mais les acides laissent plus particulièrement une sensation d'aigreur, & les alkalis & les chaux, soit calcaires, soit métalliques, la sensation d'un corps âcre & brûlant; les uns & les autres sont solubles dans l'eau. Ils se combinent mutuellement & forment de nouveaux composés. Les acides attaquent & s'unissent avec les alkalis, les métaux, leurs chaux, les terres, soit dans leur état naturel, soit à l'état de causticité. Ces alkalis, ces chaux, ces métaux, s'unissent également entr'eux; les uns & les autres se combinent avec les huiles, & forment des espèces de savon: enfin, poussées à un grand feu, elles se vitrifient.

Elles doivent, suivant moi, cette grande

activité à l'élément du feu ou principe de la chaleur combinée. C'est le corps le plus actif de la nature, & elles en contiennent une très-grande quantité. C'est ce principe que les anciens Chimistes ont appelé *principe salin universel*.

L'eau est un autre de leurs principes. Elle se retrouve & dans les acides, & dans les alkalis & dans la chaux. Il doit par conséquent aussi y en avoir dans les substances métalliques qui sont des acides saturés du principe inflammable, lequel air inflammable lui-même est chargé d'eau.

Enfin, toutes ces substances contiennent une grande quantité de différentes espèces d'air. C'est peut-être en quoi consiste leur plus grande différence. Les acides sont composés, 1°. d'air pur, 2°. d'air inflammable, 3°. d'air impur, 4°. peut-être d'air acide.

Les alkalis au contraire ne paroissent point contenir d'air pur dans son état de pureté, mais seulement altéré, comme il l'est 1°. dans l'air nitreux avec excès d'air pur, 2°. de l'air inflammable, 3°. de l'air impur.

Toutes ces substances peuvent ensuite se trouver en différens états, & contenir plus ou moins de ces principes. L'acide vitriolique, par exemple, peut être 1°. saturé du principe

inflammable, ce qui constitue le soufre; 2°. en contenir un peu moins, ce sera l'acide sulfureux; 3°. s'il n'en a que la quantité nécessaire, ce sera cet acide dans toute sa pureté; 4°. enfin s'il n'en contient pas assez, & que l'air pur soit surabondant, ce sera l'acide vitriolique déphlogistiqué ou avec excès d'air pur.

La même chose aura lieu pour l'acide phosphorique, pour l'acide nitreux, pour l'acide marin, &c. à la différence près que nous ne connoissons pas de combinaisons où ces deux derniers acides soient sous forme de soufre, c'est-à-dire, saturés par le principe inflammable.

Mais les acides métalliques sont sous la forme de soufre à l'état de régules & sont combustibles. Perdent-ils de leur air inflammable, & acquièrent-ils de l'air pur & du principe de la chaleur? Ils deviennent chaux, & ces chaux varieront à raison de la quantité de ces différens principes. Enfin, s'ils perdent encore plus d'air inflammable, & que l'air pur se trouve encore en plus grande quantité, ce seront les acides métalliques.

Les acides végétaux présentent encore les mêmes phénomènes. Sont-ils saturés d'air inflammable? Ce seront les huiles, les résines, les baumes, le benzoin, le succin, les corps

muqueux, le sucre, les farineux, les fruits, &c. L'air inflammable est-il moins abondant relativement à l'air pur, on aura l'acide du tartre, ensuite celui d'oseille, celui des pommes, enfin l'acide acéteux, qui paroît encore contenir plus d'air pur, relativement à l'air inflammable. L'air pur est encore plus abondant dans le vinaigre radical ou extrait des chaux de cuivre.

La même chose s'observe dans un grand nombre de substances animales. Le beurre, le suif, la graisse, le suc médullaire, le sucre de lait, &c. sont des acides saturés d'air inflammable, qu'on fera passer à l'état d'acide, en les dépouillant d'une partie de cet air inflammable.

Mais ici la nature change de marche. Dans l'économie animale, elle altère sans cesse l'air pur & le convertit en air impur. Aussi l'acide disparoît-il en plus grande partie, & fait place à l'alkali. Toutes les liqueurs animales contiennent beaucoup de natron & du *principe salin animal*, ou principe de l'alkali ammoniacal. Ainsi quoiqu'il y ait apparence que les huiles animales soient comme les végétales des espèces de soufre, c'est-à-dire, des acides surchargés d'air inflammable, ces acides sont déjà altérés, & dès qu'on donne un coup de feu, l'acide

difparoît entièrement, & on ne retire que de l'alkali ammoniacal.

Enfin, les alkalis peuvent auffi être furchargés d'air inflammable, c'eft-à-dire, être à l'état d'alkalis phlogiftiqués; cet air inflammable eft toujours mêlé d'air impur, d'air acide & d'air pur.

Les chaux calcaires & les chaux métalliques font dans le même cas que les alkalis. Elles peuvent être ou à l'état de chaux pures ou à l'état de chaux phlogiftiquées, ou contenant beaucoup du principe inflammable, mais c'eft une combinaifon différente que lorfqu'elles repaffent à l'état métallique.

Ce font les chaux métalliques qui font voir d'une manière particulière les grandes analogies des acides & des alkalis, puifque comme chaux, elles ont les propriétés alkalines, & que par une opération de plus elles deviennent acides. On fent qu'il nous refte encore bien des chofes à découvrir fur toutes ces fubftances. Il faut attendre de nouvelles expériences. Mais nous allons revenir fur quelques queftions que nous avons renvoyées.

Tous les acides peuvent-ils avoir un excès d'air pur? L'acide marin diftillé fur la chaux de manganèfe & les autres chaux métalliques, eft bien dans cette claffe, & il a des qualités

particulières que nous avons assez fait connoître.

L'acide vitriolique paroît aussi pouvoir acquérir un excès d'air pur. C'est ce que j'ai prouvé en mettant dans deux bocaux de l'acide vitriolique avec du cuivre, & en ajoutant dans l'un de la chaux de manganèse. Le cuivre a été dissous dans ce dernier, & ne l'a pas été dans le premier.

J'ai pris trois autres bocaux, dans chacun desquels j'ai mis une once d'acide vitriolique. Dans l'un j'ai ajouté deux gros de chaux de manganèse pulvérisée, dans le second j'ai mis deux gros de la même chaux de manganèse & 10 grains d'or de départ, & dans le troisième 10 grains du même or. Je les ai bouchés avec du papier, & les ai laissés ainsi un mois à une température de + 4 à 8 degrés.

L'or n'a été nullement attaqué dans le troisième.

Il y a eu dans le premier une portion de manganèse dissoute, & qui a été précipitée par l'eau de chaux, chargée du principe colorant du bleu de Prusse.

L'acide du second bocal étoit d'une belle couleur purpurine, ce qui annonçoit la dissolution de l'or précipitée par la manganèse. J'y ai versé de la dissolution d'étain par l'eau régale,

régale, qui a donné un précipité pourpre encore plus foncé. L'or avoit donc été diſſous par l'intermède de la chaux de manganèſe, qui avoit fourni de l'air pur.

Le vinaigre extrait des ſels acéteux de cuivre emprunte auſſi de ces chaux un excès d'air pur.

Il eſt vraiſemblable que tous les acides traités de la même manière, acquerront un excès d'air pur. C'eſt un champ ouvert à de nouvelles expériences. Peut-être le principe acerbe des végétaux, ſur-tout des fruits qui ne ſont pas mûrs, eſt-il leur acide avec excès d'air pur; car cette ſaveur ſe rapproche de celle de l'acide marin avec excès d'air pur.

La ſeconde queſtion que nous avons a examiner eſt de ſavoir ſi l'air pur peut être regardé comme le principe acidifiant. C'eſt ce que je ne penſe pas, fondé ſur les faits ſuivans. L'air pur, comme air pur, n'a aucune propriété des acides. Il entretient la reſpiration, la combuſtion, ce que ne peuvent faire les acides à l'état aériforme. L'acide marin avec excès d'air pur n'a preſque plus aucune des propriétés acides. Sa ſaveur n'eſt point acide, mais plutôt acerbe. Il ne rougit point les ſucs bleus, il ſe combine difficilement avec les alkalis, &c. Cependant ſi l'air pur étoit le principe acidi-

fiant, cet acide contenant un excès d'air pur, devroit donc posséder à un plus haut degré les qualités des acides. Je persiste donc à regarder comme le principe de l'activité des acides la matière du feu combinée. Je ne le dis pas principe acidifiant, parce que les acides étant décomposés, un de leurs principes ne peut pas plus être appelé acidifiant qu'un autre. L'acide vitriolique n'est pas plus le principe composant du vitriol de natron que le natron lui-même; mais c'est un composé de ces deux principes.

Enfin, il y a un grand nombre de substances qui absorbent une quantité considérable d'air pur sans devenir acides. L'huile de Dippel, par exemple, absorbe vingt à trente fois son volume d'air pur, & ne devient point acide, quoiqu'il y ait une portion de cet air pur changée en air acide.

Les chaux métalliques absorbent également beaucoup d'air pur pendant leur calcination, & ne sont point acides.... Il me paroît donc bien prouvé que cet air pur n'est pas le principe acidifiant dans le sens où on l'entend, quoique je convienne qu'il se trouve dans tous les acides.

Il reste maintenant à savoir si cet air pur existe comme air pur dans les acides, ou s'il y est changé en air acide, comme le pensent

plusieurs Chimistes. Ce dernier sentiment paroîtroit d'autant plus vraisemblable, que la matière de la chaleur ou causticon se trouve dans les acides, & que ce principe change toujours l'air pur en air acide.

Sans nier qu'il ne puisse y avoir une portion d'air pur changée en air acide, je crois que comme dans les chaux métalliques, la plus grande partie de cet air y conserve ses qualités d'air pur. Dans la formation de l'acide nitreux par le mêlange de l'air nitreux & de l'air pur, nous n'avons eu qu'une très-petite portion d'air acide. Dans la dissolution des métaux par les acides, une partie de l'acide est décomposée, & se retrouve dans la chaux métallique sous forme d'air pur, &c. Ce même acide nitreux décomposé par le feu ne donne que de l'air pur, &c.

Je conviens cependant que ces faits ne démontrent pas la présence de l'air pur dans les acides, de manière que ceux qui soutiennent qu'il y est sous forme d'air acide, ne puissent répondre que dans la décomposition des acides cet air acide ne soit également décomposé & ne repasse à l'état d'air pur, comme ils prétendent que cela a lieu dans les chaux métalliques, & leur raisonnement acquiert d'autant

plus de force que les principes d'un grand nombre de corps, sur-tout des substances salines, s'altèrent & se dénaturent par l'action du feu ou de tout autre agent qui les décompose. Néanmoins mon opinion me paroît plus vraisemblable.

Il se présente encore une grande question, qui n'a pas été assez approfondie. Nous avons vu que chaque acide offre quelque phénomène particulier, en dissolvant les différentes substances.

De l'acide vitriolique, de l'acide nitreux, de l'acide marin, &c. versés sur de la craie, sur des alkalis aérés, &c. en dégage de l'air acide, qui emporte toujours avec lui une portion de l'acide. Cet air acide ne m'a point paru aussi pur, en général, que celui que l'on retire, par exemple, de la fermentation spiritueuse. Car celui-ci laisse un résidu bien moindre que l'autre.

Mais les phénomènes sont beaucoup plus compliqués lorsque les acides attaquent les autres substances, telles que les métaux, le soufre, le phosphore, les matières végétales & animales.

L'acide nitreux versé sur les substances métalliques, en dégage ou de l'air nitreux pur,

ou de l'air nitreux avec excès d'air pur ; & le métal eſt réduit en chaux ; il y a plus du quart de l'acide décompoſé.

Le même acide verſé ſur le ſoufre, le phoſphore en dégage de l'air nitreux, le ſoufre & le phoſphore ſont changés en acide, & tout l'acide nitreux eſt décompoſé, excepté une partie aſſez conſidérable qui a été volatiliſée.

Le même acide nitreux verſé ſur les huiles, le ſucre, le charbon, &c. il s'en dégage beaucoup d'air nitreux mêlé d'air acide, & on a pour réſidu, ou l'acide du ſucre ou des ſubſtances analogues à la cire, & l'acide eſt tout décompoſé, excepté une portion qui a été volatiliſée.

Ce même acide nitreux, combiné dans le nitre & ſoumis à la diſtillation, eſt décompoſé. Il paſſe dans les commencemens un air pur contenant un peu d'air impur & d'air acide, mais celui qui ſuccède eſt très-pur, excepté une petite portion qui, à la fin de l'opération paroît encore contenir de l'air impur.

Dans toutes ces opérations, il y a toujours une légère portion de l'acide volatiliſée. Mais la plus grande partie eſt décompoſée, & donne des produits bien différens. L'acide nitreux, décompoſé par l'action du feu, ne fournit que de l'air pur mêlé d'une petite portion d'air impur & d'air

acide ; au lieu que ce même acide nitreux décomposé par l'intermède du soufre, du phosphore, du sucre, des huiles, &c. donne une immense quantité d'air nitreux & point d'air pur, excepté dans quelques circonstances, que cet air nitreux contient un air pur altéré, comme dans l'air nitreux avec excès d'air pur. Il est vrai qu'il fournit une portion d'air pur aux nouveaux produits.

L'acide vitriolique présente d'autres phénomènes. Si on en verse sur du marbre, de la craie, des alkalis aérés, &c. Il y a grande effervescence, dégagement d'air acide, & une portion de l'acide est volatilisée.

Ce même acide, versé sur les métaux, n'agit pas sur tous. Lorsqu'il est étendu d'eau, il dégage du fer, du zinc, de l'air inflammable ; s'il est concentré, il faut le faire chauffer, & il ne se dégage que de l'acide sulfureux & du soufre. Une partie de l'acide est décomposée dans les deux opérations.

Le même acide, versé sur l'esprit-de-vin, le sucre, les huiles, attaque ces substances, & si on pousse le mêlange au feu, on a de l'acide sulfureux & du soufre. Une partie de l'acide est décomposée.

Si on ajoute de la manganèse dans ce mêlange d'acide vitriolique avec les métaux,

l'esprit-de-vin, &c. son action est beaucoup plus forte.

Ce même acide distillé seul ne se décompose pas & se volatilise. Mais s'il est combiné avec différentes bases, comme dans l'alun, les sels vitrioliques, & qu'on les distille, on en retire une petite portion d'air pur sans acide sulfureux.

L'acide marin versé sur des terres calcaires & alkalis aérés, en dégage de l'air acide, qui emporte une portion de l'acide.

Le même acide dissout certains métaux, tels que le fer, le zinc, & en dégage de l'air inflammable. Une partie de l'acide est décomposée.

Il est beaucoup d'autres métaux qu'il ne peut dissoudre dans leur état métallique. Mais il en dissout les chaux, & il enlève un grand nombre de métaux à l'acide nitreux, parce que celui-ci les a dépouillés d'une partie de leur air inflammable.

L'acide marin avec excès d'air pur, dissout ces mêmes métaux sans dégagement d'air inflammable, & lui redevient acide marin ordinaire.

Ce même acide déplogistiqué attaque l'esprit-de-vin, les huiles, & n'en dégage point d'air inflammable.

Tous les autres acides préſentent les mêmes phénomènes, l'acide phoſphorique, l'acide arſenical, l'acide du vinaigre, l'acide du ſucre, &c.

Une portion de l'acide eſt décompoſée dans les diſſolutions des métaux, par exemple, & a cédé ſon air pur à la chaux métallique. Qu'eſt donc devenue l'autre partie de l'acide?

M. Senebier croit qu'elle concourt à former l'air inflammable qu'il ne regarde point comme le phlogiſtique. Il penſe que le phlogiſtique de la ſubſtance métallique ou autre s'y trouve, mais qu'il y eſt uni avec une portion de l'acide décompoſé qui en fait partie eſſentielle.

Telles ſont les grandes queſtions qui ſe préſentent à réſoudre, & qui finiront d'éclaircir celle qui nous occupe.

Il eſt certain que toutes les différentes eſpèces d'air inflammable que nous connoiſſons, quoique ſe reſſemblant à beaucoup d'égards, préſentent cependant quelques différences, ſoit quant à l'odeur, ſoit quant à leurs qualités, comme nous l'avons vu.

Celui que nous obtenons du fer, du zinc, &c. avec l'acide vitriolique, a toujours une odeur ſulfureuſe & hépatique.

Celui que fourniſſent le fer, le zinc par l'acide marin, a une odeur particulière.

Celui qu'on obtient du fer par l'acide arſenical, a l'odeur d'arſenic.

Celui qu'on dégage des combinaiſons du ſoufre, a l'odeur hépatique ou ſulfureuſe.

Celui qu'on obtient des combinaiſons des alkalis avec le phoſphore, a l'odeur de l'acide phoſphorique ou d'ail.

Celui qu'on obtient du fer, du zinc par l'air acide, a auſſi une odeur qui lui eſt propre.

Celui qu'on obtient du fer dans un tube incandeſcent, ou on fait paſſer de l'eau à l'odeur empireumatique.

Enfin, ceux que donnent des matières animales & végétales, ont auſſi des odeurs & des qualités différentes de celles des autres.

On ne peut donc douter que tous ces airs inflammables ne contiennent des parties étrangères.

Mais ces parties étrangères leur ſont-elles néceſſaires? ou ne ſont-elles qu'acceſſoires?

Nous avons vu d'un autre côté qu'une partie des acides eſt décompoſée. Leur air pur demeure dans le ſel métallique, & leurs autres parties doivent ſe retrouver dans l'air inflammable. Cela eſt vrai.

Mais je penſe qu'elles ne lui ſont point néceſſaires. Il n'y a peut-être que l'eau qui ſoit eſſentielle à l'air inflammable dans ſon état

aériforme, & même je suis assez porté à croire qu'il n'abandonne point cette eau dans ses combinaisons, lorsqu'il est à l'état concret, à l'état de phlogistique. C'est ce que me paroissent prouver les faits suivans.

1°. Lorsqu'on distille des limailles de fer, de zinc, pures ou avec de l'eau, on a de l'air inflammable. Or, ici il n'y a point d'acide ni d'alkali; donc ces substances ne sont point essentielles à l'air inflammable.

2°. Le même zinc, traité avec les alkalis caustiques, donne de l'air inflammable, ainsi que le charbon.

3°. Un amalgame de mercure & de zinc donne de l'air inflammable.

4°. Le charbon imprégné de mercure donne aussi de l'air inflammable.

Puisque les acides, l'eau, les alkalis & le mercure dégagent toujours le même air inflammable des mêmes substances, je ne pense donc point qu'aucune de ces substances soit nécessaire à l'air inflammable. La petite portion qui en demeure unie à cet air ne fait que le modifier, & lui donner les qualités particulières que nous avons vues à chacune des espèces de cet air inflammable.

Je crois donc que tout l'air inflammable obtenu dans ces différentes opérations, vient de

la ſubſtance même d'où on le dégage; mais que cet air eſt modifié par quelque portion de l'acide ou de l'alkali, volatiliſé ou décompoſé.

Mais, dit-on, il y a une portion d'acide décompoſé qui a fourni ſon air pur à la chaux métallique. Qu'eſt donc devenue l'autre portion de l'acide? Suivant vous, ajoute-t-on, dans la diſſolution des métaux par l'acide nitreux, une portion de l'acide décompoſé ſe combinant avec l'air inflammable, forme l'air nitreux. Pourquoi la même choſe n'auroit-elle pas lieu avec les autres acides, & qu'une portion de ces mêmes acides ne ſe retrouveroit pas dans l'air inflammable?

Cette objection, quelque forte qu'elle ſoit, ne peut renverſer les faits que j'ai rapportés: 1°. le fer, le zinc, donnent de l'air inflammable ſeuls, ou par le moyen de l'eau; 2°. par les alkalis, 3°. par le mercure. Or dans ces trois cas il n'y a point d'acides. Donc l'acide n'eſt point néceſſaire à la production de l'air inflammable.

Quant à ce qu'on dit qu'eſt devenu la portion d'acide décompoſé; je pourrois dire 1°. que je l'ignore, 2°. que nous avons vu que l'acide nitreux décompoſé par la chaleur ne donne que de l'air pur, 3°. que l'acide vitriolique décompoſé par la chaleur ne donne que de l'air

pur. La même chose peut donc avoir lieu dans la dissolution des métaux. 4°. Enfin, tous ces airs inflammables ayant des odeurs particulières, la doivent à une portion de l'acide décomposé, & qui se trouvera mêlée ou combinée avec l'air inflammable. Ainsi, par exemple, l'air inflammable obtenu de l'acide vitriolique traité avec les métaux, les huiles, &c. a toujours une odeur de l'air inflammable sulfureux, qui annonce qu'il y a une portion d'acide sulfureux contenu & combiné avec cet air. L'air inflammable retiré par l'acide marin, par l'acide acéteux, a aussi des odeurs particulières, qui annoncent qu'il est combiné avec une portion des acides décomposés, &c. &c.

Il paroîtra fort singulier que l'acide nitreux, que l'acide vitriolique, &c. décomposés par le feu ou par les métaux, ne donnent presque de l'air pur. Mais c'est un fait qui confirme ce que j'ai dit, que tous les différens airs peuvent être ramenés à l'état d'air pur.

Ces faits nous prouvent encore combien sont incomplettes nos analyses par le feu, & que cet agent violent dénature le plus souvent les substances que nous soumettons à son action. Nous ne pouvons par conséquent pas dire qu'un corps est composé de tels principes que nous en avons retirés par le feu, parce

que nous ignorons si ces principes n'ont pas été dénaturés. Nous n'en sommes sûrs que lorsque la sinthèse confirmera l'analyse.

Nous avons encore un grand nombre d'autres expériences dans lesquelles les sels paroissent se décomposer par l'action successive du tems. La putréfaction décompose toutes les substances salines, acides ou alkalis; dans les mines ces décompositions se présentent continuellement: Les vitriols, par exemple, de fer, de cuivre, &c. se ternissent d'abord & finissent par se précipiter sous forme de chaux. J'ai tenu ainsi, pendant un an, une dissolution de vitriol de fer dans un grand bocal; le fer s'est peu à peu précipité sous forme d'ocre, & il m'a paru qu'une partie de l'acide a été décomposée.... Toutes ces décompositions, qui sont très-multipliées dans les opérations de la nature, méritent certainement toute l'attention du Chimiste.

La dernière question que nous avons à examiner est si la combustion de l'air inflammable laisse toujours une portion d'air acide.

En brûlant avec l'air pur de l'air inflammable retiré des substances animales & végétales, celui des marais, ainsi que celui de la putréfaction, on a toujours une quantité plus ou moins considérable d'air acide. Ce phénomène est constant & avoué de tout le monde.

Ces mêmes airs inflammables contiennent le plus souvent une portion d'air acide avant leur combuſtion. Car ſi on les fait paſſer dans de l'eau de chaux, ils la précipitent; cette eau de chaux doit les dépouiller de tout l'air acide qu'ils peuvent contenir. Celui qu'on obtient par leur combnſtion eſt donc un produit nouveau.

Mais nous avons des airs inflammables aſſez purs, pour que dans leurs détonations ils ne donnent point d'air acide.

Le nitre ammoniacal en détonnant, ne donne point d'air acide, & cependant l'alkali ammoniacal contient de l'air inflammable.

En faiſant paſſer de l'eau ſur du fer à l'état d'incandeſcence, j'ai obtenu de l'air inflammable qui ne contenoit point d'air acide.

Ainſi l'air inflammable pur ne contient point 1°. d'air acide, 2°. n'en donne point dans ſa combuſtion.

Il reſte donc à ſavoir quel eſt le principe qui, dans la combuſtion de certains airs inflammables, donne de l'air acide.

Les airs inflammables retirés des ſubſtances animales & végétales, contiennent toujours des huiles & des acides végétaux volatiliſés. Or, ces ſubſtances ſont décompoſées par la combuſtion & donnent de l'air acide.

Mais l'air inflammable qu'on retire de certains métaux, tels que l'acier, le zinc, contient le principe que nous avons vu changer l'air pur en air acide, & que nous avons dit être le causticon ou matière de la chaleur.



CONCLUSION.

ON voit par cet exposé succinct de l'état actuel de nos connoissances en Chimie, que les anciens avoient bien raison de regarder l'air comme un des principaux élémens des corps. On le répétoit sur leur autorité. Mais on n'avoit point assez fait d'attention aux expériences de Vanhelmont, de Rey, de Boyle, de Hales, &c. & ce n'est que dans ces derniers tems, que cette vérité a été mise dans tout son jour.

Effectivement, toutes les matières animales & végétales nous ont donné en dernière analyse différentes espèces d'air & de l'eau.

L'acide nitreux est également composé de différentes espèces d'air, d'eau, &c. comme tout le monde en convient. Mais nous avons prouvé que la nature en formant l'acide nitreux forme aussi l'acide marin, l'acide phosphorique, l'acide vitriolique, &c. & qu'elle n'emploie pas d'autres principes dans la production des uns que dans celle des autres.

Les substances métalliques sont des acides saturés d'air inflammable. Ainsi, il est très-probable

probable qu'elles ſont compoſées comme les autres acides.

L'alkali ammoniacal contient également différens airs, &c. & il eſt vraiſemblable que les principes des alkalis fixes n'en diffèrent pas.

Enfin la magnéſie & la terre calcaire ont tant de rapports avec les alkalis fixes, que leurs principes doivent être à peu près les mêmes.

L'analogie nous conduit à penſer que la terre ſiliceuſe qui ſe convertit ſi facilement en argile, n'eſt pas ſans air, d'autant plus que cette même argile paroît enſuite paſſer dans pluſieurs circonſtances à l'état de terre calcaire.

Tous les corps de la nature paroiſſent donc contenir une très-grande quantité des différentes eſpèces d'air; & on ne doit pas craindre d'avancer, d'après une auſſi grand nombre d'expériences, que l'air eſt un des principes les plus abondans des corps. Je vais réſumer tout ce que nous avons vu jusqu'ici, & le préſenter ſous un ſeul tableau. Car c'eſt plutôt en voyant la maſſe des faits & des obſervations, qu'on peut vraiment ſaiſir la marche de la nature, qu'en s'attachant à quelques phénomènes particuliers.

Les Philoſophes avoient toujours regardé l'air atmoſphérique comme un fluide homogène

qui, ainsi que l'eau de l'Océan, contenoit des substances étrangères. Mais dépouillé de ces corps qui ne lui appartenoient point, on le croyoit d'une seule & même nature. Les découvertes modernes ont fait voir que ce sentiment n'étoit point fondé, & qu'il y avoit différentes espèces d'air. Il reste à rechercher si tous ces airs ne sont que des modifications d'un seul air principe, ou s'il y en a qui soient d'une nature vraiment différente.

On convient généralement que le plus grand nombre de ces substances aériformes ne sont que des modifications les unes des autres, tels que l'air nitreux, l'air acide, l'air inflammable phosphorique, l'air inflammable sulfureux, &c.

Cependant plusieurs Chimistes pensent qu'il y a trois espèces d'air, savoir, l'air pur, l'air inflammable, l'air impur ou phlogistiqué, qui sont des substances assez distinctes pour en faire autant de corps simples ou non décomposés.

Je pense au contraire que tous les airs sont des modifications les uns des autres, & que même l'air pur, l'air inflammable & l'air impur peuvent se convertir les uns dans les autres. En conséquence, je n'admets qu'un seul air principe. Ce sera, si l'on veut, l'air pur. Je suppose celui-ci plutôt qu'un autre, parce qu'il

posséde d'une manière plus spéciale toutes les qualités de l'air, savoir, de pouvoir entretenir seul la respiration des animaux & la combustion des corps. Cet air en se combinant avec de nouveaux principes, me paroît former tous les autres airs, qui par différens procédés peuvent être ramenés à l'état d'air pur. Mais auparavant que d'exposer ces modifications, jettons un coup-d'œil sur tous les fluides aériformes, & rappelons que nous en avons distingué de trois espèces principales : les uns qui ne se soutiennent à cet état que par un degré de chaleur très-considérable, tels que les métaux, l'eau, &c. les autres, tels que les airs acides, conservent leur état aériforme à la température ordinaire; mais sont absorbés promptement par l'eau. Enfin les troisièmes, qui sont les airs proprement dits; ils sont aussi absorbés dans différentes circonstances.

Le charbon éteint dans le mercure & introduit dans une cloche pleine d'air pur, en absorbe huit à dix fois son volume. Si on le plonge ensuite dans l'eau, une partie de cet air se dégage. La même chose a lieu pour tous les autres airs avec quelques modifications, comme nous l'avons vu.

L'eau dépouillée de tout air, soit par l'ébullition, soit par le moyen de la machine pneu-

matique, abſorbe auſſi de l'air; par exemple, elle abſorbe de l'air atmoſphérique environ $\frac{1}{50}$ de ſon volume, qu'on en peut enſuite dégager, ſoit par l'ébullition, ſoit par la congellation, ſoit par le moyen de la machine pneumatique. Il s'agit de ſavoir dans quel état ſe trouve cet air, ſoit dans l'eau, ſoit dans le charbon. Il ne paroît pas y être combiné; car quand il y a combinaiſon, l'air ne ſe dégage qu'autant que le corps eſt décompoſé. Ainſi on ne retire l'air de l'acide nitreux qu'en le décompoſant, &c.

Cet air eſt donc plutôt diſſous dans l'eau & dans le charbon; & il eſt dégagé par une force ſupérieure; cependant celui qui ſe trouve dans le charbon eſt vicié, ainſi que nous l'avons vu, ce qui annonce qu'il y a eu un commencement de combinaiſon. Mais il faut que cet air qui exiſte ainſi dans l'eau ou le charbon, ne jouiſſe point de tout ſon état élaſtique, ne ſoit pas entièrement ſous forme de vapeurs véſiculaires, puiſqu'il occupe beaucoup moins d'eſpace que dans ſon état naturel. Il n'eſt pas bien facile de déterminer l'état dans lequel il ſe trouve. Il eſt condenſé, comprimé.

L'air exerce la même action ſur l'eau. Il en diſſout beaucoup: dans cet état elle n'eſt point

sous forme de vapeurs vésiculaires. Mais elle est dissoute dans l'air, comme l'air est dissous dans l'eau. Elle est ici dans un état différent de celui où elle se trouve lorsqu'elle est réduite en vapeurs par la chaleur. Car pour lors elle paroît être à l'état de vésicules remplies de la matière de la chaleur. C'est ce que prouve la réfraction que, dans cet état, elle fait éprouver aux rayons de lumière.

Cette eau ainsi dissoute dans l'air, présente plusieurs phénomènes intéressans auxquels nous ne pouvons pas nous arrêter. Elle se réunit ensuite en masses & forme les brouillards, dont quelques-uns sont fétides. Cette fétidité vient sans doute des parties huileuses, &c. que l'eau a entraînées. Mais pourquoi quelques-uns de ces brouillards sont-ils très-humides & d'autres très-secs, comme le fut le fameux brouillard qui couvrit l'Europe en 1783. Ceci tient sans doute aux loix d'affinité? L'électricité y influe encore certainement, suivant qu'elle est positive ou négative.... Nous abandonnons toutes ces questions pour revenir à nos airs, que nous regarderons comme des vapeurs vésiculaires remplies de la matière de la chaleur, laquelle ils abandonnent lorsqu'ils cessent d'être à l'état aériforme. Nous allons rapprocher les principaux phénomènes qu'ils nous

ont présentés dans le cours de cet Ouvrage, en commençant par l'action que l'eau exerce sur l'air.

Cette action de l'eau sur les différentes espèces d'air, peut se réduire à deux effets principaux, 1°. leur absorption, 2°. leur altération. L'importance de ces expériences, déjà faites par plusieurs Physiciens, sur-tout par M. Senebier, m'a engagé à les répéter avec le plus grand soin (1).

L'eau dans son état naturel contient toujours une quantité plus ou moins considérable d'air. On a cherché à constater la quantité & la qualité de cet air.

Nous avons trois moyens pour retirer l'air de l'eau, la machine pneumatique, l'ébullition & la congellation.

Dans l'eau qui se congèle, l'air s'en dégage en grosses bulles, qui demeurent interposées dans la glace. Ce dégagement se fait avec un effort prodigieux, comme nous l'avons dit. Mais il n'est pas facile d'estimer la quantité de cet air, ni sa qualité.

Lorsqu'on met un vase d'eau sous la machine pneumatique, l'eau s'en dégage à grosses bulles à mesure qu'on fait le vuide. Mais on

(1) Journal de Physique, 1787.

ne peut eſtimer ſa quantité ni ſa qualité, parce qu'il eſt mêlangé avec celui du récipient.

On a donc eu recours à la chaleur. En faiſant bouillir de l'eau, il ſe dégage dans les commencemens une portion d'air. Les bouillons ſuivans ne ſont enſuite produits que par l'eau réduite en vapeurs. On a fait paſſer cet air ſous des cloches, mais on n'en a pas toujours eu la même quantité.

Hales a retiré un pouce cubique d'air de 54 pouces d'eau.

M. Prieſtley n'a retiré de l'eau de rivière que $\frac{1}{10}$ de ſon volume d'un air qui contenoit une petite portion d'air acide, & dont le reſte étoit aſſez pur.

Cette expérience, ſi ſimple en apparence, préſente quelques légères difficultés; parce que dans l'inſtant que l'eau réduite en vapeurs ſe condenſe par la diminution du feu, l'air extérieur ou l'eau du vaſe dans lequel eſt la cloche remonte & peut cauſer quelqu'erreur.

Je me ſers d'une cornue que je remplis d'eau de Seine bien clarifiée. Le bec de la cornue plonge ſous une cloche dans un vaſe plein d'eau échauffée à la température de 30 à 40 degrés. La cornue placée ſur un fourneau, on voit ſe dégager de petites bulles d'air dès que la chaleur eſt de 50 à 60 degrés. La cha-

leur augmentant, les bulles grossissent; enfin, l'ébullition arrivant, l'eau réduite en vapeurs chasse toute celle qui est dans le col de la cornue, & il passe sous la cloche une certaine quantité d'air, tandis que les vapeurs de l'eau se condensent en passant dans une eau moins chaude.

Lorsque l'eau a bouilli huit à dix minutes, & qu'il ne se dégage plus d'air, on ôte la cornue de dessus le fourneau, lui laissant toujours le col plongé dans l'eau. Bientôt les vapeurs se condensent, & l'eau remonte dans la cornue qu'elle remplit. C'est pourquoi il faut que cette eau du vase soit échauffée, parce qu'autrement elle fait casser la cornue lors de l'absorption; par ce moyen s'il étoit resté une portion d'air dans le col de la cornue, on la retrouveroit. Je fais ensuite passer cet air sous une autre cloche dans de l'eau fraîche, & lorsqu'il a acquis la température ordinaire, on en estime la quantité.

On ne peut avoir ici une précision rigoureuse, parce que l'air ne paroît se dégager que de la partie de l'eau contenue dans le corps de la cornue & qui entre en ébullition. Celle du col de la cornue est toute chassée, soit par l'air qui se dégage, soit par l'eau qui se réduit en vapeurs. D'après plusieurs expé-

riences, je crois que l'air obtenu eſt environ $\frac{1}{48}$ du volume de l'eau.

L'eau de puits paroît contenir une plus grande quantité d'air que celle de la rivière. Dans pluſieurs expériences, j'ai trouvé que cette quantité pouvoit aller à $\frac{1}{45}$.

Dans ces expériences, il faut encore faire attention à la hauteur du baromètre; car il m'a paru que plus le mercure y eſt élevé, plus l'eau contient d'air.

J'ai enſuite eſſayé cet air. Je l'ai d'abord fait paſſer dans l'eau de chaux qui a été troublée. Mais il y a une expérience plus ſimple qui prouve la même choſe. De l'eau de Seine verſée dans l'eau de chaux la précipite toujours.

Cet air ainſi dépouillé de ſon air acide par l'eau de chaux, eſt plus pur que l'air atmoſphérique. Car une meſure & une d'air nitreux m'ont donné, dans un grand nombre d'eſſais, 0,90, 0,91, 0,92; tandis qu'une meſure du même air nitreux & une d'air atmoſphérique, donnent ordinairement 1,00.

L'eau diſtillée & expoſée long-tems à l'air verſée enſuite dans l'eau de chaux, ne la précipite point. Ce qui indique qu'elle ne contient point d'air acide. J'ai voulu m'aſſurer de quelle nature étoit l'air qu'elle contenoit; en la faiſant bouillir, j'en ai retiré environ le $\frac{1}{48}$ de ſon

volume, d'un air aussi bon que celui de l'eau de Seine, c'est-à-dire, dont une mesure & une d'air nitreux donnent 0,92.

Il faut observer qu'il se peut bien que l'air contenu dans l'eau, soit un peu plus pur que nous ne l'avons trouvé, parce que nous verrons que l'air est toujours vicié par l'eau bouillie. Ainsi celui-ci a pu l'être également.

De l'eau épuisée d'air, soit par l'ébullition, soit par la machine pneumatique, en absorbe de nouveau dès qu'elle se trouve en contact avec lui.

J'ai rempli une cornue de 56 pouces d'eau qui avoit bouilli demi-heure & qui étoit encore bouillante; j'en ai plongé le bec dans le bain de mercure, & l'ai laissé ainsi refroidir 12 heures. J'y ai ensuite introduit 2,00 parties d'air atmosphérique, ou 2 pouces cubiques. L'absorption s'est faite très-lentement. Je soupçonne cependant qu'elle a été achevée au huitième ou neuvième jour. J'ai pour lors retiré la portion restante, qui étoit 0,64. Il y avoit donc eu 1,36 d'absorbé. Une mesure de cet air & une d'air nitreux ont laissé pour résidu 1,19. Ainsi cet air étoit vicié.

56 pouces d'eau bouillie ont donc absorbé 1,36 pouces d'air atmosphérique. Mais nous avons vu que l'air, en séjournant sur l'eau, est

toujours un peu diminué. Ainſi en ſuppoſant une diminution quelconque, on voit que ceci confir[illegible]s expériences précédentes, ſavoir, [illegible]eau, dans ſon état naturel, ne contient environ que $\frac{1}{48}$ de ſon volume d'air.

Mais cette eau, ainſi bouillie, ne paroît pas abſorber les différentes eſpèces d'air en même quantité. J'ai rempli d'eau bouillie deux cornues de 56 pouces, & j'ai fait paſſer dans l'une deux pouces d'air pur, & dans l'autre deux pouces d'air impur, & les ai laiſſées ainſi ſur le mercure. La première a abſorbé au bout de 12 jours, 1,50 pouces d'air pur, & la ſeconde n'avoit abſorbé que 0,90 d'air impur. Ceci nous explique pourquoi l'air contenu dans l'eau eſt plus pur que l'air atmoſphérique, parce qu'elle abſorbe une plus grande quantité de l'air pur contenu dans l'atmoſphère, que de l'air impur.

L'eau bouillie abſorbe également l'air inflammable, l'air nitreux, l'air acide, & les dénature peu. Car en faiſant bouillir cette eau, on retire ces airs aſſez purs, comme nous l'avons vu ailleurs. Cependant ils ont toujours éprouvé une altération quelconque.

Mais j'ai laiſſé expoſée à l'air de cette même eau qui avoit abſordé de l'air impur, de l'air inflammable, de l'air nitreux, de l'air acide, &c. & ayant fait bouillir cette eau au bout de deux

mois, je n'ai obtenu que de l'air, à peu près tel que le donne l'eau commune, excepté qu'il étoit moins pur. Une mesure & une d'air nitreux donnoient 1,15, 1,20, 1,30. Il faut donc que ces airs se soient dissipés en partie, & que l'eau ait pour lors absorbé de l'air atmosphérique.

La même chose a lieu relativement au charbon. J'ai brisé en plusieurs morceaux un gros charbon de chêne incandescent, & les ai éteints dans le mercure. J'en ai introduit dans différentes cloches, dont l'une contenoit de l'air pur, l'autre de l'air inflammable, une troisième de l'air impur, & une quatrième de l'air nitreux. Ils ont absorbé ces airs qui, comme nous avons vu, sont viciés par ce procédé, excepté l'air impur. J'ai pour lors soulevé les cloches, & ai laissé ces charbons pendant un mois exposés à l'air atmosphérique. Les ayant plongés dans l'eau, au bout de ce tems, j'en ai retiré des airs à peu près semblables à ceux que donne le charbon ordinaire, c'est-à-dire, à peu près de la pureté de l'air commun.

Il se dégage du fond des marais, des étangs, des rivières, beaucoup d'air inflammable & d'air acide, provenus de la putréfaction des matières animales & végétales, & cependant lorsqu'on a laissé reposer cette eau, & qu'on

l'a fait ensuite bouillir, on en retire le même air à peu près que des eaux qui coulent sur des fonds de sable.

Les animaux aquatiques ne peuvent vivre sans air pur qu'ils gâtent ainsi que le font les autres animaux. Cependant ils peuvent demeurer très-long-tems dans la même masse d'eau quoique petite relativement à eux. Il faut donc que l'air qu'ils ont respiré s'échappe de l'eau, & que l'eau absorbe de l'air pur de l'atmosphère (1).

On doit en conclure que l'eau dissolvant avec plus de facilité l'air pur que l'air impur, celui-ci s'échappe, tandis que l'air pur est absorbé.

L'eau commune, l'eau non bouillie exerce sur les différentes espèces d'air, une action qui

(1) Nous avons vu ailleurs que l'air contenu dans la vessie à air des poissons, est un air moins pur que l'air atmosphérique, & contenant beaucoup d'air acide. Je me suis assuré par plusieurs expériences, que cet air n'étoit pas toujours de la même qualité. Il contient tantôt plus d'air pur, tantôt moins. Mais un phénomène assez particulier, c'est qu'il est toujours dans un état de compression. Car ayant introduit de ces vessies dans des cloches pleines de mercure, & les ayant percées, l'air qui s'est dégagé a toujours occupé plus d'espace que n'en occupoit la vessie elle-même.

n'eſt pas moins marquée. Elle leur fait éprouver une grande diminution, & les dénature entièrement.

J'ai pris cinq cloches égales de 100 pouces cubiques chacune, & les ayant remplies d'eau de Seine clarifiée, j'y ai fait paſſer dans l'une 40 pouces cubiques d'air inflammable, retiré du fer & de l'acide vitriolique ; dans la ſeconde, la même quantité d'air nitreux ; dans la troiſième, la même quantité d'air pur ; dans la quatrième, la même quantité d'air atmoſphérique, & dans la cinquième, la même quantité d'air impur. Elles repoſoient chacune dans un vaſe plein d'eau. J'avois ſoin de remettre de l'eau dans les vaſes à meſure qu'il s'en évaporoit.

Tous ces airs ont été diminués en des proportions bien inégales. Voici les réſultats au bout de quatre mois, après les avoir laiſſés quelque tems dans un appartement qui étoit à la même température que lorſqu'ils furent mis en expérience.

Les 40 pouces d'air inflammable ont été réduits à 8 $\frac{1}{2}$. La portion reſtante n'a pu s'enflammer. Une meſure & une d'air nitreux ont laiſſé un réſidu de 1,35.

Les 40 pouces d'air nitreux ont été réduits à 28 $\frac{1}{2}$. Trois meſures de cet air & une d'air

pur ont donné dans différens essais 0,42, 0,45, 0,48, tandis que ce même air nitreux avoit donné auparavant 0,16.

Les 40 pouces d'air pur retiré du précipité rouge, & qui avoit été légèrement agité dans l'eau de chaux, ont été réduits à 30. Une mesure & trois de bon air nitreux ont donné 0,69, 0,67, & auparavant les mêmes quantités avoient donné 0,15.

Les 40 pouces d'air atmosphérique ont été réduits à 35 $\frac{1}{2}$. Une mesure & une de bon air nitreux ont donné dans plusieurs essais 1,18, 1,19, & auparavant ils avoient donné 1,01.

Les 40 pouces d'air impur ont été réduits à 38 $\frac{1}{4}$. Une mesure & une d'air nitreux ont donné 1,89, 1,87. Cet air étoit le résidu d'un mêlange de parties égales d'air nitreux & d'air atmosphérique. Une mesure & une d'air nitreux donnoient 1,98.

Ces expériences, répétées différentes fois, ont toujours présenté en général les mêmes résultats; mais avec quelques légères variétés. La diminution & l'altération ont été quelquefois plus considérables, & le plus souvent moindres. Ces différences sont d'autant plus grandes, qu'on agite davantage les cloches & les airs qui y sont contenus, que ces mêmes cloches sont plus larges & par consé-

quent que l'air touche une plus grande ſurface d'eau. Car j'ai vu ſouvent que l'air pur & l'air nitreux étoient très-peu viciés & diminués lorſqu'ils repoſoient ſur l'eau dans des cloches étroites & qu'on n'agitoit pas du tout.

Nous en pouvons néanmoins conclure que l'air inflammable a ſouffert la plus grande altération & la plus grande diminution ; enſuite l'air nitreux, l'air pur, l'air atmoſphérique, & l'air impur a été peu diminué & peu altéré.

Mais, comme je l'ai dit, on pourroit peut-être craindre que les airs contenus dans les cloches ne fuſſent diſſous dans l'eau de ces cloches, & de là paſſaſſent dans celle du vaſe pour ſe verſer dans l'atmoſphère. Je les ai donc répétés, en me ſervant de grands flacons dont le bouchon étoit bien uſé à l'émeril, & les réſultats ont toujours été à peu près les mêmes.

J'ai pris cinq flacons de 75 pouces chacun, pleins d'eau de Seine clarifiée, dans chacun deſquels j'ai introduit 20 pouces d'un des cinq airs ci-deſſus. Les flacons bien bouchés je les ai tenus renverſés dans l'eau. De tems en tems je les ouvrai ſous l'eau, qui y remontoit plus ou moins. Je bouchai de nouveau, & au bout de ſept mois, voici les réſultats que j'ai obtenus.

Les 20 pouces d'air inflammable ont été réduits à $4\frac{1}{4}$. Le réſidu n'a pu s'enflammer. Une

Une mesure & une d'air nitreux ont donné 1,85. J'ai dit ailleurs que 12 pouces d'air inflammable renfermés dans un flacon semblable & que j'agitai souvent, avoient été réduits à 1,80 de pouce, & qu'une mesure de cet air & une d'air nitreux avoient donné 1,15. L'agitation vive avoit par conséquent produit une plus grande diminution & une plus grande altération.

Les 20 pouces d'air nitreux ont été réduits à 14 $\frac{1}{2}$. Une mesure & une d'air atmosphérique ont donné 1,15. Mais dans un autre flacon semblable, que j'agitai très-souvent, l'air nitreux a été beaucoup plus diminué & plus altéré ; car les 20 pouces ont été réduits à 13, & une mesure & une d'air atmosphérique ont donné 1,45.

Les 20 pouces d'air pur ont été réduits à 15 $\frac{1}{2}$. Une mesure & trois d'air nitreux, ont donné 0,69, & auparavant ce même air pur n'avoit donné que 0,15. Si on n'agite pas du tout le flaçon, l'air pur est encore moins diminué & moins altéré. Car j'ai vu de pareil air qui avoit demeuré deux mois sur l'eau, n'avoir diminué que de $\frac{1}{8}$, & une mesure & trois d'air nitreux donnoient 0,31, 0,28.

Les 20 pouces d'air atmosphérique ont été réduits à 17 $\frac{1}{2}$. Une mesure & une d'air nitreux

ont donné 1,20, 1,18. Mais ce même air dans un autre flacon que j'agitai de tems en tems, avoit été amélioré; car une mesure & une d'air nitreux donnoient 0,91.

Les 20 pouces d'air impur ont été réduits à 19. Une mesure & une d'air nitreux ont donné 1,89, 1,87. Le même air dans un autre flacon que j'agitai beaucoup, avoit été beaucoup plus amélioré; car une mesure & une d'air nitreux donnoient 1,65.

On voit que les résultats sont ici les mêmes que dans les cloches, & éprouvent les mêmes variations.

J'ai ensuite fait bouillir l'eau de quelques-uns de ces flacons, pour voir quels airs ils contenoient.

50 pouces de l'eau sur laquelle avoit reposé l'air pur, m'ont donné 1,38 pouce d'un air plus pur que celui contenu dans l'eau ordinaire; car une mesure & une d'air nitreux ont donné 0,80.

50 pouces de l'eau où avoit reposé l'air inflammable ont donné 1,31 de pouce d'un air moins pur que celui contenu dans l'eau; car une mesure & une d'air nitreux ont donné 1,17. L'eau sur laquelle avoient reposé tous les autres airs a aussi donné des airs plus ou moins impurs.

On ne peut donc nier que ces airs ainsi renfermés aient été plus ou moins altérés, plus ou moins diminués, & l'agitation sur-tout y influe beaucoup. Cependant ils n'ont point été dissous dans l'eau pour s'échapper dans l'atmosphère, puisque les flacons étoient parfaitement fermés, & cette eau n'en contenoit qu'une très-petite partie.

On auroit pu dire que la portion d'air pur contenu dans l'eau se combinant avec l'air inflammable le change en eau. Mais 75 pouces d'eau ne contiennent qu'un pouce $\frac{1}{2}$ d'air, dont un demi-pouce d'air pur, qui n'auroit pu absorber qu'un pouce d'air inflammable, & non pas 15 pouces qui ont disparu.

D'ailleurs, nous venons de voir que l'air nitreux sur qui l'air pur exerce une action bien plus marquée, n'a pas éprouvé la même diminution que l'air inflammable. Tous les autres airs reposant sur l'eau éprouvent également une diminution plus ou moins considérable. L'air pur en souffre une assez sensible. On ne dira pas que l'eau contient de l'air inflammable libre, pour changer en eau cet air pur. L'air impur est celui qui est le moins diminué, & l'air atmosphérique tient un milieu entre ceux-ci, parce qu'il contient de l'un & de l'autre. Cette dimінntion des airs & cette altération par

l'eau, eſt un phénomène bien digne d'être examiné avec attention.

Mais l'eau bouillante exerce encore une action plus marquée ſur les airs que celle qui n'a pas bouilli.

J'ai rempli d'eau bouillante cinq flacons de 36 pouces chacun, & y ai fait paſſer dans chacun ſéparément 4 pouces ou 400 parties d'un des airs ci-deſſus. J'ai laiſſé les flacons renverſés dans des vaſes pleins de mercure. J'ai eſſayé ces airs au bout de 8 jours.

Les 400 d'air pur avoient été réduits à 3,02. Une meſure & trois de bon air nitreux donnèrent 0,37. Le même air mis dans le même tems dans un flacon d'eau qui n'avoit pas été chauffée, donna avec la même quantité d'air nitreux 0,26, & auparavant cet air pur avoit donné 0,17.

L'air impur n'éprouva pas de changement ſenſible.

L'air atmoſphérique fut un peu diminué. Une meſure & une d'air nitreux donnèrent 1,09. Une du même air atmoſphérique tenue dans un autre flacon ſur l'eau non-chauffée pendant le même tems, & une d'air nitreux, me donnèrent 1,02, & auparavant ce même air atmoſphérique avoit donné avec l'air nitreux 0,98.

L'air inflammable fut plus diminué. Les 400

parties ou 4 pouces, furent réduits à 2,83. Deux mesures & une d'air pur détonnèrent, & laissèrent un résidu de 0,48, & auparavant ils avoient donné 0,16.

L'air nitreux fut aussi diminué. Les 400 ont été réduits à 2,73. Trois mesures & une d'air pur laissèrent un résidu de 0,67, & auparavant ils avoient donné 0,15.

Cependant de l'air inflammable tenu trois mois dans un flacon d'eau distillée bien bouillie & refroidie dans le bain de mercure, avant que d'y introduire l'air, a été diminué de moitié. Pour plus de précision, je n'ouvrois le flacon que dans le mercure, qui y remontoit aussi-tôt. Cet air a détoné. Deux mesures & une d'air pur ont laissé pour résidu 0,29, & auparavant il laissoit 0,08.

L'air nitreux, conservé sur l'eau bien dépouillée de tout air par l'ébullition, est aussi moins altéré. Mais cette même eau altère davantage l'air pur & l'air atmosphérique.

Il faut donc que l'eau bouillante contienne un principe quelconque qui altère encore plus les différentes espèces d'air pur que ne le fait l'eau froide. Mais quel autre principe peut y être que celui de la chaleur? Le goût seul indique que cette eau n'est point dans son état naturel, & qu'elle a de nouvelles qualités. On croit

communément que ce goût fade qu'a l'eau bouillie, vient de la privation de l'air. Mais ce n'eſt pas la ſeule cauſe.

J'ai rempli d'eau une cornue de verre dont le col plongeoit ſous une cloche pleine d'eau. J'ai échauffé cette eau de 36 degrés (j'y avois plongé un petit thermomètre), il ne s'eſt point dégagé d'air. L'eau avoit un goût très-fade, qui par conſéquent ne peut venir de la privation de l'air. Il eſt donc dû à une ſubſtance étrangère introduite dans l'eau qui s'y eſt combinée & fixée. Ce ſera ce principe qui viciera les airs. Or ce principe ne peut être que la matière de la chaleur.

Tous les corps qui contiennent ce principe produiſent le même effet ſur les différentes eſpèces d'air. Ainſi le charbon incandeſcent éteint dans le mercure & introduit dans des cloches pleines de différentes eſpèces d'air les abſorbe, & les altère à peu près, comme l'eau bouillante, mais plus promptement & à un plus haut degré.

L'étincelle électrique produit le même effet ſur l'air acide, l'air nitreux, l'air inflammable, l'air pur. Or, on ne ſauroit méconnoître la matière de la chaleur dans l'étincelle électrique.

Ces airs éprouvent encore les mêmes alté-

rations à peu près par leur séjour sur le sang, par la respiration, &c. &c.

Tous ces effets doivent par conséquent dépendre d'un seul & même principe qui se retrouve dans toutes ces substances. *Qu'on fasse bien attention à tous ces faits qui sont constans.*

Or l'eau, dans son état naturel, contient une grande quantité de chaleur latente. C'est donc ce principe qui altèrera l'air pur, & toutes les espèces d'air qui reposent sur elle.

On pourroit demander comment l'eau, le charbon, l'étincelle électrique, &c. altérant l'air pur, ramènent ces autres airs à l'état d'air pur. Nous n'avons pas encore assez de faits pour oser prononcer à cet égard. On pourroit peut-être dire que les substances ayant plus d'affinité avec ce principe que n'en ont les airs inflammable, nitreux, impur, &c. le leur enlèvent ou le décomposent. Il s'échappe ensuite à travers les vaisseaux, & pour lors ces airs reviennent à leur première qualité d'air pur.

Mais une observation essentielle qu'il ne faut pas oublier, est que cette action de l'eau sur les airs est bien plus prompte, lorsqu'on les agite bien ensemble, que lorsqu'on les laisse en repos. L'air impur est promptement amélioré lorsqu'il est agité dans l'eau ; l'air inflam-

mable eſt preſque amené à l'état d'air atmoſphérique, &c. comme nous l'avons prouvé ailleurs.

Nous devons donc conclure de tous ces faits que l'air atmoſphérique doit être continuellement diminué & amélioré par les eaux des mers, des lacs, des rivières, &c. & comme les eaux de la mer ſont dans un mouvement continuel, que l'air s'y trouve ſans ceſſe battu par les flots, il doit être beaucoup meilleur que celui qui eſt ſur terre, ce que l'on a reconnu effectivement.

C'eſt auſſi pourquoi l'air atmoſphérique ſur terre eſt beaucoup meilleur après les grandes pluies qui décompoſent une portion de l'air impur. Le 16 Octobre 1787, après de grandes pluies, j'eſſayai l'air atmoſphérique. Une meſure & une de bon air nitreux, ne me laiſsèrent pour réſidu que 0,88. D'autres fois j'ai obtenu dans les mêmes circonſtances 0,92, 0,95, &c. C'eſt le moyen ſimple que la ſage nature emploie pour purifier l'atmoſphère des terres qui eſt ſans ceſſe altérée par toutes les cauſes dont nous avons parlé. Auſſi obſerve-t-on qu'on ne reſpire jamais mieux à ſon aiſe qu'après de grandes pluies.

L'eau pure n'eſt pas le ſeul fluide qui contienne de l'air. La plupart des fluides en con-

tiennent également. Je ne parlerai ici que de l'eau de chaux.

J'ai rempli d'eau de chaux une cornue de 60 pouces, & l'ai fait bouillir en ayant plongé le bec sous une cloche d'eau avec les précautions décrites ci-dessus. Il s'est dégagé une portion d'air qui lorsque les vaisseaux ont été refroidis, m'a paru faire $\frac{1}{48}$ du total de l'eau. Cet air étoit plus pur que l'air atmosphérique. Car une mesure & une d'air nitreux m'ont donné 0,92. Ainsi il ne différoit guère de l'air contenu dans l'eau commune.

L'eau de chaux ayant bouilli quelque tems, j'apperçus dans différens endroits de la cornue des petits cristaux se former. Lorsqu'il y en eut plusieurs, je retirai la cornue, j'en versai l'eau & je la cassai pour en examiner les cristaux. Ils étoient adhérens à la cornue, très-transparens. Ils paroissoient avoir une figure, mais je ne pus la déterminer. J'en détachai quelques-uns que je mis dans l'acide nitreux, qui en fit la dissolution avec une légère effervescence.

Je répétai plusieurs fois cette expérience, & les mêmes cristaux reparurent toujours. Lorsque je faisois bouillir l'eau jusqu'à évaporation complette, il demeuroit au fond de la cornue une quantité considérable de petites molécules transparentes, qui avoient quelqu'apparence de

criſtalliſation confuſe. Il n'eſt pas douteux que ces dernières portions étoient la portion de chaux diſſoute dans l'eau & qui s'étoit précipitée. Auſſi ayant rempli d'eau diſtillée la cornue & l'ayant fait bouillir, une partie de ce réſidu fut rediſſous & forma de l'eau de chaux. Une autre fois ayant mêlé de ce réſidu avec le ſel ammoniac, il en dégagea l'alkali ammoniacal.

Mais de quelle nature ſont ces criſtaux, & la partie du réſidu qui n'a pas été diſſoute dans l'eau? L'acide nitreux les diſſout avec effervescence. Il paroît donc que c'eſt du ſpath calcaire régénéré, c'eſt-à-dire, de la chaux unie à de l'air acide. Mais d'où vient cet air acide? Il ne pouvoit pas être contenu dans l'eau de chaux. Il faut donc ou qu'il ſe ſoit formé dans l'opération, ou qu'il ſoit venu de l'extérieur en traverſant les vaiſſeaux de verre. Ce dernier ſentiment paroîtroit plus vraiſemblable. Car nous ſavons que l'air acide traverſe les vaiſſeaux de grès, de porcelaine; ainſi il peut également traverſer ceux de verre. Effectivement, quoiqu'il fût peut-être poſſible qu'une portion d'air s'uniſſant à la chaux formât de l'air acide, dans l'inſtant où paroiſſent les criſtaux, il n'y a pas une quantité ſenſible d'air dans l'eau de chaux, puiſqu'ils ne paroiſſent

qu'après une longue ébullition de l'eau de chaux qui en a pour lors dégagé tout l'air. Au reste, le fait est constant, quelle qu'en soit la cause.

Ces expériences nous conduisent à la question de la décomposition de l'eau. L'eau est-elle une substance élémentaire indécomposable? ou peut-elle se changer en air, en terre?

La première opinion a été la plus généralement suivie; & presque tous les Philosophes anciens ont regardé l'eau non comme un être simple, mais comme un élément que rien ne prouvoit avoir été décomposé.

Cependant, les Egyptiens qui regardoient l'eau comme le premier principe de tous les corps, devoient croire qu'elle pouvoit se changer en terre, en air, &c. Thalès fut le seul Philosophe de la Grèce qui embrassa leur doctrine.

Vanhelmont, Boile, Newton lui-même ont pensé en dernier lieu que l'eau pouvoit se changer en terre. Les preuves que Vanhelmont en apportoit étoient tirées de la végétation. Il avoit planté un saule pesant 50 livres dans un pot qui contenoit 100 livres de terre. Il arrosoit son arbre avec de l'eau très-pure. Au bout de cinq ans, l'arbre pesoit 169 livres, 3 onces, & la terre n'avoit perdu que 2 onces, d'où il

conclut que cet arbre n'ayant été nourri que d'eau, cette eau s'étoit changée en terre pour fournir toute celle qu'il trouvoit dans cet arbre.

Boile répéta sur des courges les mêmes expériences avec succès. Il ajouta encore de nouvelles preuves à celles-ci. Il distilla dans des vaisseaux de verre, & avec le plus grand soin plusieurs fois la même eau, & à chaque distillation il y avoit toujours un résidu terreux lequel il croyoit venir de la décomposition de l'eau.

On a encore varié cette expérience. On renferme de l'eau distillée dans un matras bien propre. On allonge le col du matras à la lampe de l'émailleur, & on le scelle hermétiquement, pour lors on expose le matras à un feu de lampe pendant plusieurs jours. L'eau, au bout de 48 heures, commence à changer de couleur & à se troubler; elle blanchit & finit par devenir épaisse s'il y en a peu. On la croyoit convertie en terre.

Mais ayant examiné de plus près la chose, on a trouvé que c'étoit du verre dissous par l'eau, & effectivement le matras est dépoli, ce qui ne laisse aucun doute que le verre n'ait été décomposé.

On a donc entièrement abandonné la pré-

tendue conversion de l'eau en terre. Mais d'autres Physiciens ont cru pouvoir la convertir en air.

M. Eller a dit, dans les Mémoires de Berlin 1745 & 1750, que l'eau pouvoit s'invertir en air, d'après plusieurs expériences.

M. Macquer rapporte dans son Dictionnaire (article Gaz inflammable) que M. Sigaud de la Fond & lui ayant brûlé de l'air inflammable contre une soucoupe de porcelaine, ils apperçurent des gouteletes d'eau.

Dans les expériences que je publiai (Journal de Physique 1781,) sur l'air inflammable retiré de la limaille de fer par le feu seul, je brûlai cet air contre une glace, & j'obtins beaucoup d'eau. J'en conclus que cette eau étoit dans l'air inflammable, & qu'elle étoit dégagée par la combustion.

M. Valthire, en brûlant l'air inflammable dans des vaisseaux, a observé la même humidité.

M. Cavendish, en enflammant deux parties d'air inflammable & une d'air pur, obtint aussi beaucoup d'eau, & il n'eut pour résidu que $\frac{1}{17}$ des deux airs, comme l'avoit déjà observé M. de Volta, en faisant détoner ces airs dans son eudiomètre ou pistolet. M. Cavendish tira de cette expérience, une conclusion toute

opposée à la mienne, & crut que les deux airs étoient changés en eau.

La conclusion de M. Cavendish a été adoptée par plusieurs Physiciens, qui croient également l'eau composée des deux airs, l'air inflammable & l'air pur, savoir de 0,8686 d'air pur, & de 0,1314 d'air inflammable : ils ont même étendu cette doctrine plus loin ; & croyant l'eau décomposée dans la plus grande partie des opérations où on obtient de l'air inflammable, ils rejettent absolument le phlogiston ou principe inflammable que Stahl avoit admis dans un grand nombre de composés.

Toutes ces expériences ne m'ont point paru assez concluantes pour me faire abandonner ma première opinion. Je persiste à croire que comme l'eau n'est point changée en terre dans les expériences de Vanhelmont, de Boile, &c. l'air n'est pas également changé en eau dans celle de Macquer, la mienne & celle de M. Cavendish.

M. de Volta n'admet point également la composition & la décomposition de l'eau. Mais il croit que l'air pur est l'eau unie à la matière de la chaleur ou du feu, & l'air inflammable, l'eau unie au phlogiston; dans leur combustion la matière du feu & le phlogiston s'échappent, & leur eau demeure.

Cette grande question intéressant toute la Chimie, je vais faire un exposé succinct des expériences sur lesquelles elle est appuyée, & des explications différentes qu'on en donne.

I. Lorsqu'on brûle dans le pistolet de Volta deux parties d'air inflammable & une d'air pur, on a toujours un résidu qui est à peu près $\frac{1}{17}$ des deux airs. Cependant lorsqu'ils sont bien purs, j'ai obtenu une fois seulement six parties de résidu de 3,00; c'est-à-dire $\frac{1}{50}$, & on a de l'eau. Mais quelle est la quantité d'eau obtenue? c'est ce qu'il est difficile de déterminer.

M. Monge, qui a fait cette expérience avec de grandes précautions, a brûlé 144 à 145 pintes $\frac{52}{144}$ d'air inflammable retiré du fer, pesant 6 gros 10,03 grains, & 74 pintes $\frac{2}{16}$ d'air pur, retiré du précipité, pesant 3 onces 58,53 grains; mais correction faite, il n'estime le poids total de ces deux airs qu'à 3 onces 6 gros 27,56 grains. Il a eu pour résidu 7 pintes d'air pesant 2 gros 27,91 grains, & 3 onces 2 gros 45 grains d'eau. Ce qui, d'après son calcul, donne un déficit de 1 gros 26,55 grains ou environ $\frac{1}{20}$. L'air restant essayé contenoit $\frac{1}{18}$ d'air acide; une autre portion s'est enflammée à l'approche d'une bougie, & la dernière portion éprouvée à l'air nitreux, a été diminuée. Ainsi ce résidu contenoit, 1°. $\frac{1}{18}$ d'air acide, 2°. une portion

d'air inflammable, 3°. une portion d'air pur, 4°. la plus grande partie étoit de l'air impur. L'eau obtenue étoit un peu acidule & a rougi le suc de tournesol.

Toutes les autres expériences qui ont été faites donnent toujours pour résidu une quantité plus ou moins grande d'air impur, & il y a toujours un déficit dans le poids des produits.

Cette eau n'est jamais pure. Dans l'expérience de M. Monge elle étoit un peu acidule.

M. Cavendish a cru reconnoître que l'eau qu'il avoit obtenue contenoit de l'acide nitreux; & dans d'autres expériences, on a dit avoir eu 5 grains d'acide nitreux sec, par once d'eau obtenue.

Tels sont les principaux résultats de cette belle expérience.

II. L'air inflammable contient beaucoup d'eau. M. de Saussure ayant enfermé de l'air inflammable dans une vessie, la laissa exposée long-tems dans son cabinet pour la dessécher; puis ayant introduit cet air sous un récipient de la machine pneumatique où il avoit fait le vuide, & dans lequel étoit son hygromètre, il vit l'hygromètre marcher promptement à l'humide lorsque l'air inflammable entra dans le récipient.

J'ai fait passer de l'air inflammable sur de l'alkali

l'alkali très-desséché. Il a été humecté. D'ailleurs on convient du fait dans les deux hypothèses.

III. L'air pur contient également beaucoup d'eau. Je m'en suis assuré également par l'alkali desséché.

Donc ces deux airs cessant par la combustion d'être à l'état aériforme, doivent laisser dégager toute l'eau qu'ils contiennent. C'est encore un fait convenu.

Il reste donc maintenant à savoir si toute l'eau obtenue dans la combustion étoit contenue dans ces airs, & en a été seulement dégagée : ou si ces airs ne peuvent pas contenir une si grande quantité d'eau, & s'il y en a eu réellement de produite. Car voici en dernière analyse à quoi se réduit toute la question. *On ne dispute plus dans les deux opinions que sur les quantités.* On convient que les deux airs contiennent beaucoup d'eau. Mais contiennent-ils toute celle qui paroît après leur combustion ?

On objecte encore d'un côté qu'il y a toujours une portion d'air assez considérable qui reste, & cet air est de l'air impur.

On répond de l'autre côté que cet air impur n'est point un produit nouveau, & étoit contenu dans les airs employés, qui ne sont jamais parfaitement purs.

Mais continuons à examiner les expériences.

IV. Dans les expériences que je fis sur l'air inflammable de la limaille d'acier, rapportées ci-dessus, j'observai que lorsque la limaille étoit bien desséchée, elle donnoit beaucoup moins d'air inflammable, & que cet air sentoit toujours l'empireume. Lorsque le fer est parfaitement desséché, on n'obtient plus d'air inflammable ; d'où on a conclu que cet air inflammable étoit dû à la décomposition de l'eau.

M. Watt prétend être le premier qui ait avancé que l'eau se décomposoit dans cette expérience. Il avoit envoyé une lettre à cet égard le 26 Novembre 1783, pour être communiquée à la Société Royale; mais elle n'y fut lue que le 22 Avril 1784.

MM. Lavoisier, Meusnier, &c. ont répété ces expériences en grand ; ils ont mis dans un tube un fil de fer en spirale, ont exposé le tube à un grand feu. Ils ont obtenu 125 pintes d'air inflammable qui étoit neuf fois & demie plus léger que l'air atmosphérique, & pesoit par conséquent 4 gros & quelques grains : 3 onces 1 gros d'eau avoient disparu dans l'expérience; le fil de fer & le canon avoient augmenté de poids, d'où on conclut que cette augmentation de poids vient de l'eau qui a disparu. Mais le fer étoit à l'état d'éthiops, c'est-

à-dire, comme lorsqu'on le calcine à l'air pur. D'où seroit venu cet air pur, si ce n'est de l'eau? Elle avoit donc été décomposée. Sa portion d'air pur avoit calciné le fer, & sa partie d'air inflammable s'étoit dégagée, pour fournir les 125 pintes d'air inflammable. Cet air inflammable ne vient par conséquent point du métal, mais uniquement de l'eau. La même expérience répétée avec le charbon, a donné, dit-on, les mêmes résultats. On retrouve dans l'augmentation du poids du fer & dans celui de l'air inflammable, le poids de l'eau qui a disparu. Donc on ne sauroit nier que l'eau n'ait été décomposée.

Telle est la seconde grande expérience par laquelle on a cru établir la décomposition de l'eau. Les autres ne sont que des corollaires de ces deux expériences fondamentales.

Voici les expériences que j'oppose à celles-ci.

V. J'ai mis de la limaille d'acier dans un flacon plein d'eau distillée, & qui avoit été exposée long-tems à l'air. Il s'en est dégagé de l'air inflammable, & la limaille a été changée en éthiops.

VI. De la même limaille mise dans un flacon plein d'eau distillée, qui avoit bien bouilli, n'est presque pas altérée. Il ne s'en dégage point d'air inflammable; cependant, au bout

de trois ans, la limaille a un peu noirci. Il faut tenir le flacon toujours à la température extérieure, car si on le chauffoit, il y auroit dégagement d'air.

VII. De la même limaille dans un flacon plein d'eau de chaux n'a nullement été altérée.

J'ai conclu de ces trois expériences, que ce n'est point l'eau qui, dans la première, donne de l'air inflammable; mais que c'est l'air contenu dans l'eau qui agit sur le fer : & comme l'ébullition dépouille cette eau de son air, & que l'eau de chaux ne sauroit non plus contenir d'air acide ; il n'y a point de dégagement d'air inflammable dans les deux dernières expériences.

VIII. Le fil de fer ou la même limaille, mise dans un canon de fusil & exposée à un grand feu, donne de l'air inflammable lorsqu'on y fait passer de l'eau commune ou de l'eau distillée & bien bouillie, ou l'eau de chaux.

IX. J'ai mis du charbon dans un canon de fusil, que j'ai fait rougir à la manière ordinaire & y ai fait passer de l'eau distillée. Il s'est dégagé beaucoup d'air. J'ai lavé cet air dans l'eau de chaux qui a été précipitée. En ayant ensuite essayé deux mesures avec une d'air pur dans l'eudiomètre de Volta, j'ai eu pour résidu 0,36, 0,30, 0,32, tandis qu'avec l'air inflam-

mable retiré du fer & de l'acide vitriolique le résidu est 0,15.

L'air inflammable retiré du charbon par ce moyen, contient donc beaucoup d'air phlogistiqué ou impur. Or cet air impur ne peut venir de la décomposition de l'eau. Il vient donc du charbon. S'il vient du charbon, pourquoi l'air inflammable n'en viendroit-il pas également ? Voici donc comme j'envisage ce phénomène.

Ces airs sont combinés avec le charbon & avec les métaux. Ils perdent par-là une partie de leur volatilité. L'eau combinée dans le tartre vitriolé, dans le quartz, &c. peut supporter un grand degré de feu, sans que ces cristaux perdent leur eau de cristallisation. Il en est de même de tous les autres corps volatils, de l'air pur lui-même dans l'acide phosphorique, par exemple, que nos adversaires y reconnoissent.

Ces expériences ne me paroissent donc nullement prouver la décomposition de l'eau. S'il restoit encore des doutes, ils seroient levés par les expériences suivantes.

X. Le soufre mis dans le canon de fusil incandescent & dans lequel on fait passer de l'eau donne aussi de l'air inflammable, ainsi que le phosphore.

XI. Le cuivre, le plomb, l'étain, &c. se

calcinent presque aussi facilement que le fer. Or j'ai tenu dans des flacons pleins d'eau distillée & bouillie de la limaille de ces métaux qui n'a point été calcinée.

XII. Des tubes de cuivre, d'argent, tous incandescens & dans lesquels on fait passer l'eau ne sont point calcinés, & il n'y a point de dégagement d'air inflammable. Cependant le cuivre se calcine très-facilement.

XIII. Du charbon mis dans l'eau ne la décompose point, quoique celui-ci ait beaucoup d'affinité avec l'air pur, & soit très-combustible.

XIV. Le pyrophore, qui est si combustible mis dans l'eau, ne la décompose point.

XV. Le phosphore brûle à l'air pur, & la limaille d'acier n'est point calcinée dans un air pur bien sec. Cependant le phosphore mis dans l'eau, même l'eau bouillante, l'eau incandescente, ne brûle point ni ne décompose l'eau. Elle devroit cependant l'être, puisque le phosphore a une plus grande affinité avec l'air pur que n'en a l'acier.

XVI. Du soufre mis dans l'eau ne la décompose point, quoique celui-ci brûle avec beaucoup de facilité, & par conséquent ait beaucoup d'affinité avec l'air pur.

XVII. Les alkalis caustiques ou la chaux

mis dans l'eau, il n'y a point de décomposition ni de dégagement d'air inflammable.

XVIII. Le soufre & le phosphore mis dans l'eau avec de la chaux ou des alkalis caustiques il y a décomposition. On retrouve des sels vitrioliques ou phosphoriques, & on a un air inflammable sulfureux ou phosphorique. Cet air inflammable vient-il de la décomposition de l'eau ou de celle du phosphore & du soufre? Le phosphore ni l'alkali séparés ne décomposent pas l'eau. Comment réunis la décomposeroient-ils? Il paroît donc bien plus vraisemblable que l'alkali agissant sur le phosphore le décompose & en dégage l'air inflammable.

On m'a objecté que si dans toutes ces expériences on n'obtenoit pas de l'air inflammable, c'est que ces substances n'avoient pas assez d'affinité avec l'air pur pour décomposer l'eau. Mais il est démontré que le phosphore, par exemple, a plus d'affinité avec l'air pur que n'en a l'acier, puisqu'il brûle à l'air, & que l'acier n'est nullement altéré. Le phosphore mis dans l'eau devroit donc la décomposer encore plutôt que ne le fait le fer ou l'acier.

XIX. Du soufre mêlé avec la chaux de mercure, détonne lorsqu'on les chauffe, comme l'a fait voir M. Bayen. Cette détonation ne peut venir que de l'air pur, de la chaux de

mercure, & d'un air inflammable quelconque. Mais quelle eſt l'origine de cet air inflammable? Rien ici ne peut décompoſer l'eau. Il faut donc qu'il vienne du ſoufre.

XX. Du ſoufre brûlé dans l'air pur, le réſidu de cet air ne paroît pas vicié, & on a un acide ſulfureux en liqueur. Cette eau qui étend l'acide ne peut venir que de la combuſtion de l'air pur avec la portion d'air inflammable du ſoufre.

XXI. Le phoſphore brûlé dans l'air pur, préſente les mêmes phénomènes.

XXII. La plupart des métaux diſſous dans les acides (excepté l'acide nitreux) donnent de l'air inflammable. Mais bornons-nous au fer diſſous dans l'acide vitriolique. Si l'acide eſt affoibli on a beaucoup d'air inflammable qui provient, dit-on, de la décompoſition de l'eau. Si l'acide eſt concentré on a de l'acide ſulfureux & du ſoufre qui provient, dit-on, de la décompoſition de l'acide. Cependant l'acide concentré contient encore beaucoup d'eau. Pourquoi cette eau ne feroit-elle pas décompoſée? Il eſt donc bien plus vraiſemblable que dans ces deux expériences l'air inflammable vient du métal, & que la partie de l'acide décompoſée n'y concourt nullement.

XXIII. Du vitriol martial précipité par un

alkali est verdâtre. A l'air il se rouille promptement, au lieu que dans l'eau il demeure verd. D'où vient ne décomposeroit-il pas l'eau ?

XXIV. De la limaille d'acier bien sèche, mise dans l'air pur ne l'absorbe pas, & elle n'est point altérée.

XXV. Cette même limaille humectée d'eau distillée, & mise sous une cloche pleine d'air pur sur le mercure, absorbe cet air en grande quantité ; le résidu de cet air est très-altéré, & il n'y a point d'air inflammable dégagé.

XXVI. De la limaille d'acier humectée & mise dans un flacon plein de mercure, ne laisse point dégager d'air inflammable, ou au moins pas une quantité sensible.

XXVII. De la plombagine d'Angleterre très-pure & humectée, mise dans un flacon d'air pur sur le mercure, il n'y a point d'absorption d'air.

Ce ne peut donc être la plombagine, qui peut être contenue dans l'acier, qui ait absorbé l'air dans l'expérience XXV.

XXVIII. Du charbon ordinaire, mis dans l'air pur, ne l'absorbe pas.

XXIX. Du charbon qui a été à l'état d'incandescence, puis éteint dans le mercure & introduit dans un flacon plein d'air pur, tenu sur le mercure, absorbe cet air en grande

quantité. Ce même charbon porté ensuite dans l'eau, lâche une partie de cet air qui se trouve très-vicié, ne contenant point d'air acide, mais beaucoup d'air phlogistiqué ou impur.

XXX. Le charbon & l'acier brûlés dans l'air pur, le changent en partie en air acide.

Il existe donc dans le charbon & la limaille d'acier, un principe quelconque qui change l'air pur en air impur lorsqu'ils ne sont pas à l'état d'incandescence, & le change en air acide lorsqu'ils sont à l'état d'incandescence.

XXXI. De la limaille de zinc humectée & mise sous une cloche pleine d'air pur, n'en absorbe pas une quantité sensible.

XXXII. De l'air pur & de l'air inflammable mêlés ensemble sur le mercure à parties égales ou deux parties d'air inflammable contre une d'air pur, ne s'absorbent pas d'une quantité sensible, & ne laissent point appercevoir d'humidité sur la cloche.

J'ai tenu pendant trois mois sur le mercure deux parties d'air inflammable & une d'air pur mêlés, puis les ai essayés en les faisant détoner. Ils étoient moins purs ; ils ont donné pour résidu 0,33, 0,36, & avant le mêlange ils donnoient 0,17, 0,18.

XXXIII. Dans le mêlange de l'air pur & de l'air nitreux, la diminution est aussi consi-

dérable que dans la combuſtion de l'air inflammable & de l'air pur. Le réſidu eſt une eau chargée d'acide nitreux.

XXXIV. Le fer eſt diſſous par l'acide marin déphlogiſtiqué ſans dégagement d'air inflammable. C'eſt que cet air inflammable eſt abſorbé par cet acide. Si on décompoſe ce ſel par un alkali, par exemple, le natron, on a du ſel marin. Donc l'acide déphlogiſtiqué eſt revenu à l'état d'acide ordinaire par cet air inflammable, comme va le prouver l'expérience ſuivante.

XXXV. L'acide marin déphlogiſtiqué uni à l'alkali ammoniacal, le décompoſe, dit-on. Il ſe forme de l'eau de la combinaiſon de l'air pur ſurabondant de l'acide & de l'air inflammable de l'alkali décompoſé. On a pour réſidu de l'air impur, autre principe de l'alkali.

Quoi qu'il en ſoit de cette explication, elle prouve que dans la diſſolution du fer par cet acide, l'air inflammable du fer eſt également abſorbé & fait paſſer cet acide à l'état d'acide marin ordinaire.

XXXVI. Les plantes expoſées au ſoleil donnent de l'air pur; c'eſt, dit-on, la lumière qui décompoſe l'eau.

Mais nous ſavons que les plantes abſorbent beaucoup d'air, & qu'elles ont une reſpiration

à la manière des animaux. N'est-il donc pas plus vraisemblable que la végétation étant plus active au soleil, la plante absorbe pour lors la partie qui vicie l'air pur dans l'air atmosphérique, & qu'elle n'expulse pour lors que la partie pure, & nous pouvons fournir une preuve que c'est vraiment ce qui se passe.

Si l'air pur venoit de la décomposition de l'eau, il seroit parfaitement pur. Or, c'est ce qui n'est pas. Cet air pur retiré des plantes est toujours très-impur, puisque nous avons vu que une mesure de cet air & trois d'air nitreux, laissent pour résidu plus de 100 parties. Or, d'où viendroit cette portion d'air impur dans l'hypothèse de la décomposition de l'eau : on ne sauroit lui assigner aucune origine.

Nous savons par d'autres expériences, que les plantes respirent & aspirent l'air. Si elles l'aspirent, il faut bien qu'elles l'expirent. Or, c'est cet air expiré, qui, lorsque la végétation est forte, se trouve très-amélioré : & ce qui le prouve encore, c'est que l'air expiré par les plantes lorsqu'elles sont à l'ombre & lorsqu'elles languissent, est toujours un air plus ou moins impur.

XXXVII. Si l'eau étoit composée d'air pur & d'air inflammable, elle devroit, lorsqu'elle est réduite en vapeurs à l'état d'incandescence,

détoner avec fracas ; car pour lors ces airs ont repris une quantité de chaleur bien supérieure à celle qu'ils avoient dans leur état aériforme.

On voit, par tout ce que nous venons de dire, que lorsqu'on voudra être sincère, on ne sera point satisfait des explications qu'on donne des différens phénomènes, où on obtient de l'air inflammable ou de l'air pur, en supposant que ces airs viennent de la décompósition de l'eau ; & qu'on est obligé de faire des suppositions qui ne sont nullement fondées ; ici l'eau est supposée décomposée, là elle ne l'est pas, mais c'est l'acide, &c.

Les deux seuls faits qui favorisent cette hypothèse, sont donc 1°. la grande quantité d'eau qu'on obtient en brûlant l'air pur & l'air inflammable ; 2°. l'air inflammable dégagé du fer par le moyen de l'eau, soit à froid, soit par le feu, & l'augmentation de poids qu'acquiert le fer. Nous allons examiner ces deux expériences dans tout leur détail. Mais il faut rappeler auparavant quelques faits avoués de tout le monde.

I. La matière du feu, la matière de la chaleur, le fluide igné, ne paroît avoir aucun poids. Il sembleroit plutôt qu'elle donne de la légèreté aux corps.

II. Les molécules des corps à l'état aériforme ont beaucoup plus de volume que dans

leur état premier. On peut les comparer aux véſicules d'eau de ſavon. Elles ſont à l'état de vapeurs véſiculaires, c'eſt à-dire, que ce ſont des véſicules remplies de la matière de la chaleur; tel eſt, par exemple, l'eau à l'état de vapeurs.

III. L'air pur & l'air inflammable ſont dans un état véſiculaire. Donc leurs molécules dans cet état ont plus de volume que dans leur état ordinaire, & ne pourront paſſer où elles paſſeront lorſqu'elles ceſſeront d'être à l'état aériforme. Effectivement, l'air pur eſt contenu dans du papier, du bois, &c.; & lorſqu'il ceſſe d'être à l'état aériforme, comme dans les acides, par exemple, le nitreux, il traverſe tous ces corps.

IV. Ces airs, l'air pur & l'air inflammable, contiennent beaucoup d'eau, comme nous l'avons prouvé, & cela eſt avoué.

V. Ils contiennent auſſi beaucoup de matière du feu ſous une forme quelconque qui les tient à l'état aériforme.

VI. Cette grande quantité de feu que contiennent ces airs doit donner une légèreté ſpécifique à leurs autres principes, tels que l'eau, de même que tout porte à croire que l'eau réduite en vapeurs perd de ſon poids, comme on s'en aſſureroit ſi ſous cette forme de va-

peurs on pouvoit la peser dans un vide parfait.

VII. Ces airs, dans cet état, peuvent tenir en dissolution une grande quantite d'eau, qu'ils abandonneront lorsqu'ils cesseront d'être à l'état aériforme.

Ces faits établis, voici les conséquences que je crois pouvoir en déduire.

Lorsqu'on brûle ces deux airs, ils abandonnent la matière de la chaleur qui les tenoit à l'état aériforme & se dissipent à travers les vaisseaux, & ils sont rendus à leur état premier.

Par conséquent (VII) ils ne peuvent plus tenir en dissolution cette grande quantité d'eau qui se précipite aussi-tôt.

Cette eau (VI) va reprendre toute sa pesanteur première, dont une partie étoit détruite par l'effet de la matière de la chaleur.

Les airs purs & inflammables ainsi dépouillés de leur chaleur, qui les réduisoit à l'état aériforme & de l'eau qu'ils tenoient en dissolution, sont rendus à leur état premier. Leurs molécules pour lors sont assez tenues pour traverser tous les vaisseaux & s'échapper. Se recombinant de nouveau avec la matière du feu & de l'eau, ils reprendront leur état aériforme. Peut-être dans la combustion une partie conservera-t-elle l'état aériforme pour former l'air impur qui reste toujours. Peut-être cet air impur étoit-il con-

tenu dans les autres, l'air pur & l'air inflammable. Mais j'aimerois mieux croire la première opinion, parce que dans la combinaison de l'air pur & de l'air nitreux, il y a également production d'air impur & d'autant plus grande que le mêlange se fait moins promptement.

On dira peut-être que je suppose gratuitement que l'air cessant d'être à l'état de vapeurs vésiculaires, puisse traverser les vaisseaux. Mais je réponds qu'il faut nécessairement que cela soit, puisqu'on a toujours une perte plus ou moins considérable. M. Monge a eu un déficit d'environ $\frac{1}{20}$. Ce déficit ne peut venir de la matière de la chaleur. Il faut donc que ce soit la substance même de l'air.

D'ailleurs nous avons prouvé que l'air acide traverse les vaisseaux de grès. M. Priestley a même cru que l'eau la traversoit elle-même. Ainsi on voit que ce n'est point une hypothèse, mais que c'est un fait constant. La combustion du charbon, du diamant dans des vaisseaux de terre ou de porcelaine, prouve également ou que ces substances passent à travers ces vaisseaux, ou que l'air pur lui-même y passe, & vraisemblablement les uns & les autres, puisqu'après la combustion on ne trouve point de résidu. Si ces expériences n'ont pas réussi avec les vaisseaux de verre, c'est qu'ils

ne

ne peuvent ſoutenir un aſſez grand degré de feu. D'ailleurs, la porcelaine eſt une véritable eſpèce de verre à laquelle il ne manque que la tranſparence. Si elle eſt perméable & qu'elle permette la combuſtion du diamant & du charbon à un feu extrême, cette combuſtion auroit également lieu dans des vaiſſeaux de verre, s'ils pouvoient ſoutenir le même degré de feu ſans couler.

Enfin, les expériences que j'ai rapportées de l'abſorption conſidérable des différentes eſpèces d'air par l'eau dans des vaiſſeaux fermés démontrent que réellement ces airs ſe ſont échappés à travers les vaiſſeaux : elles ſont abſolument concluantes.

Paſſons à la ſeconde expérience, la calcination du fer, du zinc, & la combuſtion du charbon, du ſoufre dans l'eau & le dégagement d'air inflammable.

Nous avons vu qu'à froid il ne ſe dégage de l'air inflammable d'un mêlange de fer & d'eau, qu'autant que celle-ci contient de l'air, puiſqu'avec de l'eau de chaux & de l'eau bien bouillie, il ne s'en dégage point; le zinc produit le même effet que le fer : mais les autres métaux & le charbon mis dans de l'eau aérée, il n'y a point de dégagement d'air inflammable.

Reste donc la grande expérience de faire passer l'eau sur le fer dans l'état d'incandescence, & pour lors avec l'eau de chaux, l'eau bouillie, on a le même air qu'avec de l'eau contenant de l'air. La chaleur apporte donc dans cette expérience une grande différence. Le charbon mis dans le tuyau de fer, & épuisé par un grand feu de tout son air inflammable, en donnera encore mêlé d'air acide & d'air impur, si on y fait passer de l'eau; le zinc se comporte de même.

« Or, dit-on, dans cette expérience on a de l'air inflammable. Le fer, le zinc sont calcinés: le charbon est brûlé & donne un air inflammable, mêlé d'air acide. Cet air acide vient de l'air pur combiné avec la substance charbonneuse. Le zinc & le fer ne peuvent également être calcinés que par l'air pur. Donc il y a de l'air pur dans cette expérience, d'où qu'il vienne. Or il n'y a que l'eau qui puisse ici le fournir. Donc c'est elle qui s'est décomposée. Son air pur s'est combiné & son air inflammable s'est dégagé ».

Je crois au contraire que cet air inflammable est contenu dans le soufre, les métaux & le charbon, qu'il y est combiné, & que lorsque par le feu on en a retiré une certaine quantité, la portion restante est trop adhérente, qu'elle ne peut se dégager que par le moyen

de l'eau qui lui fournit des ailes, si je puis me servir de cette expression, de même que l'huile essentielle des plantes ne peut monter que par le secours de l'esprit recteur. Une plante qui a perdu son esprit recteur, ne donnera plus d'huile essentielle à la chaleur de l'eau bouillante; mais en lui ajoutant de l'esprit recteur, son huile essentielle montera.

De même le charbon poussé à un grand feu ne donnera plus d'air. Mais si on lui ajoute de l'eau, cette eau fera volatiliser l'air : & ce qui démontre que c'est cette cause, c'est la grande partie d'air impur qui est mêlé avec l'air inflammable. Cet air impur ne sauroit venir de l'eau. Donc il vient du charbon. Donc cet air impur n'aura été volatilisé que par le moyen de l'eau. L'air inflammable le sera donc également par la même cause.

Les grandes discussions qui se sont élevées sur le charbon, m'ont engagé à répéter, avec le plus grand soin, toutes les expériences que j'ai déjà rapportées sur cette substance.

J'ai pris un charbon de chêne pesant 240 grains, que j'ai partagé en deux. J'en ai mis une des portions sous une cloche pleine d'eau. Il s'en est dégagé 0,48 pouce d'air, dont une mesure & une d'air nitreux ont laissé pour résidu 1,14.

J'ai mis les 120 autres grains dans une petite cornue de verre bien luttée, & j'ai distillé avec l'appareil ordinaire pour recevoir l'air. J'en ai laissé passer environ 4 pouces sous une cloche, & que j'ai ensuite renversé parce qu'il étoit mêlangé de l'air de la cornue. J'ai reçu dans une autre cloche 30 pouces, dans une seconde 20 pouces, dans une troisième 10 pouces, dans une quatrième 6 pouces. La cornue a cassé. Le feu avoit été soutenu pendant quatre heures.

Le charbon ne pesoit plus que 99 grains. L'intérieur de la cornue étoit noir & plein de cavités.

J'ai ensuite essayé ces différens airs avec beaucoup de précautions, à deux époques différentes, la première 24 heures après l'opération, & la seconde 48 heures après. Ainsi tout l'air acide avoit dû être absorbé.

L'air pur dont je me suis servi étoit tiré du précipité rouge. Une mesure & deux d'air inflammable, tiré du fer & de l'acide vitriolique, ont laissé pour résidu 0,14.

Une mesure du même air pur & une du même air inflammable ont donné 0,55.

Une mesure du même air pur & trois du même air inflammable ont laissé 1,09. Ainsi il paroît que les vraies proportions pour la com-

bustion de ces airs, est une partie d'air pur contre deux d'air inflammable retiré du fer & de l'acide vitriolique. Plusieurs Chimistes ont dit qu'il falloit une moindre quantité d'air inflammable retiré des végétaux, par exemple, du charbon. C'est pourquoi j'ai fait les expériences suivantes, que j'ai répétées un grand nombre de fois.

Une mesure d'air pur & deux d'air inflammable de la première cloche ont donné après la détonation 1,02, 1,05. Ce résidu bien agité dans l'eau de chaux a été réduit à 0,93, 0,96.

Une mesure d'air pur & une de cet air inflammable de la première cloche ont donné 0,46.

Une mesure d'air pur & une d'air inflammable, de la seconde cloche ont donné 0,60.

Une mesure d'air pur & deux d'air inflammable de cette seconde cloche ont donné 0,52.

Une mesure d'air pur & une d'air inflammable de la troisième cloche ont donné 0,55.

Une mesure d'air pur & deux du même air inflammable ont donné 0,38, 0,33, qui, agitées dans l'eau de chaux, ont été réduites à 0,27, 0,23.

Une mesure d'air pur & deux d'air inflamflammable de la quatrième cloche ont donné

0,29, qui, par l'agitation dans l'eau de chaux, ont été réduites à 0,21.

Une mesure d'air pur & 0,72 de ce dernier air inflammable, ont donné 0,69, qui, agitées dans l'eau de chaux, ont été réduites à 0,58.

Ces expériences, qui sont à peu près constantes & correspondent à celles que j'ai rapportées ci-devant, prouvent 1°. que l'air retiré du charbon contient beaucoup d'air impur, & sur-tout celui qu'on retire le premier. Il y en a moins dans le dernier. Cependant il n'en est pas entièrement privé, puisque le résidu après sa détonation est toujours 0,21. Lorsqu'il a été dépouillé d'air acide, tandis que l'air inflammable métallique n'a laissé que 0,14. 2°. Que ces airs inflammables du charbon n'exigent pour leur détonation qu'une demi partie d'air pur en volume, ainsi que l'air inflammable métallique.

Cet air inflammable du charbon est un peu diminué par l'air nitreux; car une mesure de celui de la troisième cloche & une d'air nitreux ont donné 1,91, 1,90.

Puisque l'air inflammable retiré du charbon contient toujours une plus ou moins grande quantité d'air impur, cet air doit se retrouver après la combustion du charbon dans l'air pur.

Effectivement, j'ai pris 8 grains du charbon ci-dessus, que j'ai introduits sous une cloche contenant 20 pouces d'air pur & reposant sur le mercure. Je l'ai allumé avec un atome de phosphore. La cloche a été remplie de vapeurs. Après la combustion, j'ai introduit de l'eau de chaux qui a absorbé l'air acide. Ce résidu de l'air, qui étoit de 8 pouces, s'est trouvé très-impur; car une mesure & trois d'air nitreux ont donné 1,31.

Je pense donc que dans cette combustion, 1°. une partie de l'air pur a brûlé avec l'air inflammable du charbon, & a fourni de l'eau qui a produit ce nuage; 2°. que l'air acide du charbon a été en même tems dégagé; 3°. son air impur l'a été également; 4°. il se peut que le charbon contienne du principe qui change l'air pur en air acide, & qui ici aura aussi produit une petite portion d'air acide. Mais ce principe que j'appelle causticon, est combiné avec les autres principes du charbon, dont il ne fait qu'une très-petite portion suivant moi, bien loin de constituer entièrement le charbon comme on le prétend.

On m'a objecté que cet air impur étoit contenu dans l'air pur, mais sa quantité est trop considérable pour avoir recours à cette cause. D'ailleurs les expériences précédentes nous ont

fait voir ce même air impur dans l'air inflammable retiré du charbon par la distillation.

Ce que nous disons du charbon s'applique naturellement au fer & au zinc.

Et ce qui le confirme, c'est qu'on ne peut obtenir par le même procédé de l'air inflammable des autres métaux, parce que l'air inflammable est encore plus adhérent chez eux.

Mais, dit-on, ces métaux sont calcinés, ont acquis du poids, ce qui ne peut s'opérer que par l'air pur. Le charbon est brûlé, & il ne peut l'être que par l'air pur. D'où vient donc cet air pur?

Je réponds que suivant moi le charbon est détruit ici & décomposé *sans combustion*. Je regarde le charbon comme le résidu d'une portion huileuse sur laquelle quelqu'acide ou autre substance a réagi. Il est donc composé, ainsi que l'huile, d'air inflammable, d'air impur & d'air acide. Sans doute il contient aussi du principe qui change l'air pur en air acide. On fait passer de l'eau sur ce charbon. Cette eau volatilise les airs, se combine avec eux pour leur donner des ailes. Ainsi l'eau qui a disparu dans cette opération ne s'est point décomposée, mais s'est combinée avec les airs auxquels elle donne du poids, & à qui elle est nécessaire pour qu'ils reparoissent à l'état aériforme.

Cette explication me paroît ſimple, naturelle & rendre raiſon de tous les phénomènes.

La même choſe ſe paſſe relativement au fer & au zinc. L'eau donne des ailes à leur air inflammable, qui, à l'aide de la violence de la chaleur, ſe dégage. Une partie de cette eau qui a ainſi diſparu dans cette expérience eſt combinée dans cet air inflammable, & l'autre portion d'eau s'eſt combinée avec les métaux.

Car le fer a ſubi dans cette expérience un grand changement. Il a augmenté de poids. Sa ténacité eſt entièrement détruite, & il eſt caſſant comme du verre. Enfin, il a acquis une eſpèce de criſtalliſation, & beaucoup de volume.

On a voulu comparer cet état à celui que prend le fer lorſqu'il eſt calciné dans l'air. Mais il eſt entièrement différent. Un fil de fer calciné au feu s'en va en écailles, ne criſtalliſe point à ſa ſurface, a un *facies* tout différent, enfin on convient que c'eſt une ſubſtance particulière.

Tout prouve donc que le fer, dans cette expérience, a perdu le principe de la malléabilité qui eſt ſon principe inflammable, pour ſe combiner avec l'eau, comme l'a dit M. l'abbé Fontana.

Toutes les objections qu'on nous fait por-

tent sur ce principe, qu'il n'y a que l'air pur qui puisse dépouiller les métaux de leur principe inflammable. Mais il est faux, comme nous l'avons vu.

J'ai mis du zinc dans une petite cornue & je l'ai poussé au grand feu; il n'a point été calciné. J'y ai ajouté de l'argile, il ne l'a pas été davantage. Mais y ayant mis de l'alkali caustique, l'alkali a attaqué le zinc, dégagé de l'air inflammable, & le métal a été calciné. Dira-t-on qu'il y a encore de l'eau dans l'alkali? mais il y en a aussi dans l'argile.

J'ai aussi fait voir qu'on pouvoit calciner jusqu'à un certain point les métaux dans l'air acide & l'air impur. Les mêmes expériences ont été répétées par d'autres Physiciens; on ne sauroit par conséquent les révoquer en doute. Ainsi cette loi subit donc des exceptions.

Plus on étudiera la nature des chaux métalliques, plus on se convaincra qu'elles présentent des phénomènes qu'on ne sauroit trop méditer, & on ne peut être trop circonspect relativement aux conséquences qu'on en tirera. Quelles différences ne présentent pas, par exemple, les chaux de fer?

Ce métal calciné par le moyen de l'eau, dans le canon de fusil à l'état d'incandescence,

eſt attirable, criſtalliſe en partie, a l'éclat métallique, bien différent en cela de l'éthiops. C'eſt donc un état particulier du fer, une combinaiſon nouvelle avec l'eau. Le fer combiné avec le ſoufre, le phoſphore, perd également la plus grande partie de ſes propriétés, & il a pour lors aſſez de rapport avec celui-ci qui eſt combiné avec l'eau.

M. Meuſnier lui-même convient (1) que le fer dans cet état, diffère de celui qui eſt calciné dans l'air pur, & qu'à *beaucoup d'égards, c'eſt une ſubſtance nouvelle qui mérite l'attention des Chimiſtes*, & effectivement elle ne reſſemble à aucune des chaux de fer connues.

Ce ſentiment me paroît beaucoup plus vraiſemblable que d'admettre un fait, tel que la décompoſition de l'eau, qui ne peut être reçu que d'après les expériences les plus déciſives. Je ſens bien qu'il y a encore quelques difficultés. Mais de nouvelles expériences les éclairciront.

De tout ce que nous venons de dire, il s'en ſuit que la ſubſtance de l'air a peu de poids par elle-même, & que la majeure partie de celui que nous lui voyons eſt dû à l'eau. Cependant la grande quantité de matière de cha-

(1) Journal de Phyſique, Mai 1784, page 374.

leur que contiennent ces airs à l'état aériforme peut diminuer le poids de l'eau qui se trouve dans ces airs, & par conséquent l'air pourroit peser un peu plus qu'il ne paroîtroit le devoir faire. Car tous les corps à l'état de vapeurs ont la plus grande légèreté. L'eau dans cet état est 14000 fois environ plus légère que dans son état ordinaire, & par conséquent quinze à dix-huit fois plus légère que l'air atmosphérique. Tous les corps les plus pesans, tels que l'or, le mercure, &c. réduits en vapeurs, se volatilisent. Il se pourroit donc que l'air qui n'est tenu à l'état aériforme que par la chaleur eût un certain poids, qui seroit peu sensible tant qu'il seroit aériforme.

La seule difficulté qui reste donc dans notre opinion, est de dire que l'air perdant l'état aériforme puisse traverser tous les vaisseaux. Mais nous avons vu qu'il est démontré que l'air acide même à l'état aériforme les traverse, que l'eau réduite en vapeurs n'y est même pas retenue, que l'air pur passe également à travers les vaisseaux de terre ou de porcelaine, pour opérer la combustion du charbon, du diamant, &c. que ce même air pur & les autres airs qui entrent dans les acides ne peuvent passer ou passent ces acides, & cependant ces acides contiennent toujours beaucoup d'eau.

Il n'eſt donc pas ſurprenant que l'air ceſſant d'être à l'état aériforme, ne puiſſe être contenu dans des vaiſſeaux, & la diminution que l'eau fait éprouver aux différentes eſpèces d'air, prouve que réellement ils s'échappent pour lors des vaiſſeaux.

Ces expériences me paroiſſent bien établir, 1°. que les différentes eſpèces d'air contiennent beaucoup d'eau & un poids preſque égal au leur; 2°. qu'ils ſe décompoſent & perdent leur état aériforme; 3°. que ſous cette forme ils peuvent traverſer les vaiſſeaux & ſe diſſiper; 4°. qu'ils peuvent tous être ramenés à l'état d'air pur. Nous allons revenir à celui-ci.

L'air pur me paroît être le véritable air principe. Néanmoins il n'eſt jamais parfaitement pur. Il eſt toujours altéré par quelqu'autre ſubſtance. Mais lui ſeul poſsède les vraies qualités de l'air, qui ſont d'entretenir la combuſtion des corps & la reſpiration des animaux.

Schéele croyoit que l'air pur étoit compoſé d'acide & de phlogiſtique. Mais nous avons vu que rien ne prouve cette aſſertion, & que les qualités de l'air pur ſont entièrement oppoſées à celles des acides & du phlogiſtique.

Il eſt vrai que cet air a une grande quantité de chaleur ſpécifique. Si on vouloit regarder cette chaleur comme une eſpèce de phlogiſti-

que, on pourroit dire que l'air pur contient du phlogiſtique. Mais pour lors tous les corps de la nature contiendroient du phlogiſtique, puiſqu'ils ont tous plus ou moins de cette chaleur ſpécifique, & particulièrement l'eau. Si au contraire on enviſage cette matière de la chaleur comme un acide, on pourra dire, cet air compoſé d'un acide. Mais il faudroit, par la même raiſon, dire que tous les corps contiennent un acide. On voit aſſez que ces ſuppoſitions ne ſont nullement fondées. On doit donc reconnoître que l'opinion de Schéele ne peut ſe ſoutenir.

L'air pur eſt le plus ſouvent mêlé avec les parties des corps dont on le retire. Mais il en eſt de même de toutes les autres ſubſtances. On doit toujours les conſidérer ſeuls & ſéparés de toutes ces parties étrangères. C'eſt ainſi que nous allons examiner l'air pur.

Il doit être enviſagé ſous deux états abſolument différens, 1°. comme concret ou combiné, 2°. à l'état aériforme, & pour lors il eſt ſous forme de véſicules, remplies de la matière de la chaleur. Dans cet état il contient une immenſe quantité d'eau à laquelle il doit la plus grande partie de ſon poids. Peut-être lorſqu'il eſt ſeul, a-t-il la même légèreté que la matière du feu.

Quelle eſt donc la nature de cet air? Nous l'ignorons, ainſi que celle de tous les autres corps. Mais il paroît que ſes molécules, lorſqu'elles ne ſont plus à l'état véſiculaire, ſont d'une grande ténuité, & qu'elles paſſent où elles ne le pouvoient pas auparavant; c'eſt ce que nous voyons dans les acides.

Cette matière de la chaleur qui tient l'air pur à l'état aériforme, lui eſt adhérente de la même manière qu'elle l'eſt à l'eau en vapeurs. Cette eau eſt toujours eau, mais la chaleur lui donne ſeulement un état différent & la réduit en véſicules ſans changer ſa nature.

Mais ce feu, cette chaleur, cette lumière peuvent ſe combiner avec l'air pur, & pour lors ils le dénaturent. C'eſt à ces combinaiſons que j'attribue toutes les différentes eſpèces d'air. Pour bien entendre ceci, il ne faut jamais confondre la chaleur combinée, avec la chaleur ſpécifique ou accidentelle, ſi je puis me ſervir de cette expreſſion.

De l'eau à un degré au-deſſus de zéro, ou de l'eau bouillante, eſt toujours de l'eau, quoique l'une ait une maſſe de chaleur beaucoup plus conſidérable que l'autre. Mais cette chaleur n'eſt pas combinée. Si au contraire nous ſuppoſons de l'eau à + 80 & de l'eau à + 82, c'eſt-à-dire, en vapeurs, quoiqu'il n'y

ait que deux degrés de différence, la chaleur agit bien différemment dans ces deux cas. Dans le premier l'eau eſt toujours ſous forme de fluide, & dans le ſecond elle eſt à l'état aériforme.

Un morceau de bois un peu humecté & un autre trempé dans de l'eau, ſont toujours du bois. Cette eau leur eſt abſolument étrangère. Mais ces deux morceaux de bois contiennent une eau combinée, une eau principe, qui leur eſt eſſentielle.

La matière du feu eſt abſolument de même par rapport aux airs. 1°. Comme tous les autres corps, ils ont tous une chaleur quelconque. 2°. Cette chaleur peut être au point de les tenir à l'état aériforme; cette chaleur dans ces deux états, leur eſt à peu près étrangère. 3°. Mais ils ont une chaleur combinée, & c'eſt celle-ci qui les modifie.

Je regarde l'air inflammable & l'air impur, comme des modifications que la matière de la chaleur libre, le fluide igné ou la lumière combinée fait eſſuyer à l'air pur en ſe combinant avec lui, & loſqu'on briſe ces combinaiſons, ces airs ſont ramenés à l'état d'air pur. Nous en avons vu un grand nombre d'exemples dans le cours de cet Ouvrage, que je vais préſenter ici ſous un ſeul tableau.

Le

Le feu, la lumière, la chaleur combinée en grande quantité, avec l'air pur, forme l'air inflammable. C'eſt ce que me paroiſſent prouver les faits ſuivans.

De l'acide ſulfureux enfermé dans un tube plein d'air & expoſé à la chaleur pendant un mois, donne du ſoufre, & il y a abſorption d'air.

La même choſe a lieu avec l'acide phoſphorique, & on a du phoſphore. Or j'ai fait voir que dans cette opération il y a production d'air inflammable. L'air abſorbé s'eſt combiné avec des portions de feu, de chaleur ou de lumière, & a formé de l'air inflammable, qui, ſe combinant avec les acides ſulfureux & phoſphorique, a produit le ſoufre & le phoſphore.

L'acide nitreux expoſé à la lumière devient rutilant, & il ſe dégage une petite portion d'air pur, comme l'a obſervé Schéele. La lumière ici ſe combine également avec une portion d'air pur pour former de l'air inflammable, qui, s'uniſſant avec l'acide, le rend rutilant.

Les chaux de pluſieurs métaux tels que l'or, l'argent, la platine, le mercure, la manganèſe, l'arſenic, &c. ſont révivifiées en partie ou en totalité par la lumière du ſoleil, le feu ou la chaleur, ou le contact de l'air inflammable. Or cette révivification ſuppoſe une reproduction

d'air inflammable, qui sans doute s'est opérée par la combinaison de cette lumière ou feu, avec une partie d'air pur contenue dans ces chaux.

L'acide marin avec excès d'air pur exposé à la lumière, laisse échapper une portion d'air pur, & il redevient acide marin ordinaire. Je pense qu'il se combine une portion de la lumière avec une portion de cet air pur pour former de l'air inflammable qui se combine avec cet acide tandis qu'il s'en dégage de l'air pur.

La liqueur colorante du bleu de Prusse précipitée par l'acide acéteux & exposée à la lumière donne encore un précipité bleu. C'est par une nouvelle production d'air inflammable.

Enfin la végétation produit sans cesse de l'air inflammable pour composer les huiles, les acides & les alkalis des plantes. On ne sauroit non plus guère douter que les forces vitales chez les animaux n'agissent de la même manière.

Toutes ces preuves du changement de l'air pur en air inflammable, paroîtroient peut-être hypothétiques; mais elles acquièrent une nouvelle force en ramenant l'air inflammable à l'état d'air pur. Or c'est ce qu'on peut faire par différens procédés.

1°. L'air inflammable qui a séjourné long-

tems sur l'eau perd son inflammabilité, entretient la combustion & s'absorbe par l'air nitreux. Donc il a été ramené à l'état d'air pur. Cette expérience est démonstrative. Aussi me suis-je attaché à l'établir d'une manière à ne laisser aucun doute; & mes expériences à cet égard s'accordent elles avec celles des autres Physiciens.

2°. Cet air inflammable est encore décomposé en le faisant absorber par le charbon éteint dans le mercure, & le dégageant ensuite en plongeant le charbon dans l'eau.

3°. En l'exposant à l'étincelle électrique.

4°. La respiration altère de même cet air inflammable.

5°. On le vicie également en l'agitant avec du sang.

6°. En le mêlant avec l'air pur, & les laissant séjourner long-tems ensemble.

7°. En le brûlant avec l'air pur, il y a toujours un résidu d'air impur.

8°. L'air inflammable chauffé avec le soufre perd son inflammabilité & est changé en air impur.

Voici un grand nombre de procédés dans lesquels l'air inflammable est changé en air pur ou en air impur. Mais cet air impur peut être ensuite ramené à l'état d'air pur. Ainsi nous

sommes donc bien fondés à dire que l'air inflammable peut être converti en vrai air pur, & que par conséquent il contient de l'air pur combiné avec un autre principe quelconque assez subtil, assez fugace pour s'échapper à travers les vaisseaux. Ce principe d'ailleurs, paroît être le principe de l'inflammabilité, puisque lorsque l'air inflammable l'a perdu, il ne peut plus s'enflammer. Il paroît donc que ce principe n'est autre que la matière du feu ou de la lumière, qui est dans un véritable état de combinaison avec une portion d'air pur & une très-grande quantité d'eau. Il me paroît bien difficile de ne pas se rendre à cette multitude de faits, lorsqu'on sera de bonne foi. Ces faits confirment, comme nous l'avons dit, la production de l'air inflammable par la combinaison de l'air pur avec la lumière ou la matière du feu ou matière de la chaleur.

L'air pur est également changé en air impur ou phlogistiqué, dans un grand nombre de procédés, que nous allons rappeller succinctement :

1°. Par le charbon incandescent éteint dans le bain de mercure, & introduit dans une cloche pleine d'air pur.

2°. En faisant séjourner de l'air pur sur l'huile de térébenthine, une grande partie

eſt abſorbée, & le reſte eſt de l'air impur.

3°. De l'air pur enfermé avec des plantes à l'obſcurité eſt vicié.

4°. L'air pur eſt vicié par les fleurs, les fruits, &c.

5°. Les matières animales le vicient encore davantage.

6°. La reſpiration change l'air pur partie en air acide, partie en air impur.

7°. L'air pur eſt altéré par ſon ſéjour ſur un mêlange de ſoufre & de fer.

8°. L'air pur enfermé dans un flacon, avec du plomb, du mercure, &c. qu'on agite long-tems, eſt vicié.

9°. Cet air eſt changé par ſon ſeul ſéjour ſur l'eau en air impur.

10°. L'eau bouillante l'altère encore davantage.

11°. L'air pur mêlé promptement avec l'air nitreux, eſt preſque tout abſorbé. Mais ſi le mêlange ſe fait lentement, le réſidu eſt très-conſidérable. L'air pur a donc été ſingulièrement vicié.

12°. L'air nitreux avec excès d'air pur, fait voir un air pur très-altéré, & quoiqu'il puiſſe entretenir la combuſtion, il n'eſt point abſorbé par l'air nitreux.

Ce même air impur peut enſuite être ramené

à l'état d'air pur par d'autres procédés. C'est ce qui a été prouvé dans tout cet ouvrage par un grand nombre d'expériences. Le moyen le plus simple, est de l'agiter dans l'eau. Il est amélioré au point qu'il peut ensuite entretenir la combustion des corps & la vie des animaux.

L'air pur, l'air impur & l'air inflammable, qu'on voudroit regarder comme trois substances simples, ne paroissent donc réellement que des modifications les unes des autres, cela me semble aussi bien prouvé qu'aucune vérité physique.

Les autres airs, savoir, l'air acide & l'air nitreux, ne sont que différentes combinaisons de ceux-ci. On en convient dans toutes les opinions, quoiqu'on ne soit pas d'accord sur la nature de ces combinaisons. Les uns veulent que l'air nitreux ne soit composé que d'air pur & d'air impur; mais je crois avoir assez bien établi que l'air inflammable & le principe de la chaleur doivent s'y trouver. Cet air nitreux peut être décomposé par différens procédés.

Quant à la substance charbonneuse qu'on prétend être combinée avec l'air pur dans l'air acide, nous avons vu que c'est une hypothèse nullement fondée. 1°. Le charbon n'est point une substance simple; 2°. le charbon ne donne

de l'air acide avec l'air pur que quand il y a combuſtion & incandeſcence. Or, l'air pur eſt changé en air acide dans la reſpiration, la fermentation & dans un grand nombre d'autres opérations (1), ou quand même on y ſuppoſeroit du charbon, il n'y a pas incandeſcence. Il faut donc reconnoître que cet air acide eſt produit par un autre principe que je crois être le cauſticon.

Effectivement, l'air pur eſt changé en air acide :

1°. Par la reſpiration.

2°. Par la fermentation, ſur-tout la fermentation acéteuſe.

3°. Par ſon ſéjour ſur l'huile d'olives.

4°. En étant expoſé ſur la chaux calcaire.

5°. En étant expoſé ſur les chaux métalliques.

6°. Par ſon mêlange avec l'air nitreux.

7°. Par la combuſtion du charbon & de toutes les ſubſtances végétales & animales.

8°. Par ſon ſéjour avec la limaille d'acier humectée.

---

(1) L'air acide qui ſe dégage en ſi grande quantité des fermentations vineuſe & panaire vient de la décompoſition du corps ſucré & non point de celle de l'eau, dont l'air pur ſe combineroit avec du charbon.

Ce même air acide peut être décompofé & ramené à l'état d'air impur & d'air pur, par différens procédés.

1°. En l'agitant beaucoup dans l'eau.

2°. En l'expofant fur un mêlange de foufre & de fer.

3°. En le faifant abforber par le charbon éteint dans le mercure.

4°. En l'expofant à l'étincelle électrique.

5°. Il fe décompofe même dans l'air atmofphérique.

Or fi cet air contenoit du charbon lorfqu'on le décompofe en l'agitant dans l'eau, ou en l'expofant à l'étincelle électrique, on verroit précipiter du charbon, ce qui n'arrive jamais.

Pour réfumer fur toutes ces fubftances aériformes, nous les diftinguerons donc en trois claffes.

I. Les airs proprement dits, qui font :

1°. L'air pur.

2°. L'air inflammable.

3°. L'air impur.

4°. L'air nitreux, qui eft compofé de différens airs.

5°. L'air nitreux, avec excès d'air pur.

6°. Le fluide électrique, qui eft auffi un compofé, ainfi que le fluide magnétique.

II. Il y a enfuite un grand nombre de fubf-

tances aériformes, qui, à la température ordinaire, même dans les grands froids, se soutiennent sur le mercure, mais sont absorbées promptement par l'eau : tels sont,

7°. L'air acide.

8°. L'air inflammable sulfureux.

9°. L'air inflammable phosphorique.

10°. L'air inflammable sulfureux ammoniacal, ou liqueur fumante de Boile.

11°. L'air inflammable phosphorique ammoniacal.

12°. L'air acide sulfureux.

13°. L'air acide phosphorique.

14°. L'air acide nitreux.

15°. L'air acide marin.

16°. L'air acide marin avec excès d'air pur.

1°7. L'air acide fluorique.

18°. L'air acide végétal.

19°. L'air acide animal.

20°. L'air ammoniacal.

III. Enfin tous les corps peuvent passer à l'état aériforme par un degré de chaleur plus ou moins considérable. Dès que cette chaleur les abandonne, ils se condensent aussi-tôt.

Mais qu'est-ce que cette lumière, cette chaleur, ce feu, qui, combiné avec l'air pur, forme les différentes espèces d'air ? Nous renvoyons à ce que nous en avons dit au com-

mencement de cet Ouvrage. Nous avons supposé que le feu élémentaire étoit la même chose que le fluide lumineux ou matière de la lumière, quoiqu'il se peut que ces deux fluides soient différens. Mais nous n'avons pas voulu entrer ici dans cette discussion.

Il nous suffit qu'on ne puisse douter de l'existence de la lumière. Quelque parti que l'on prenne entre les nombreuses opinions qui partagent les Physiciens sur la lumière, on ne peut s'empêcher de la regarder comme un fluide d'une grande ténuité qui traverse tous les corps avec la plus grande facilité, est parfaitement élastique, &c.

Ce fluide peut éprouver différens mouvemens, ainsi que l'air, par exemple : lorsque l'air est frappé par un corps en vibration, comme par une cloche, il est agité d'une espèce particulière de mouvement d'ondulation, & il transmet les sons. Mais ce même air peut être agité d'autres mouvemens sans être sonore. Des corps sonores qui sont ébranlés légèrement ne donnent point de sons. Les vents sont d'autres mouvemens de l'air. Enfin cet air peut être chaud, froid, &c.

Le fluide lumineux me paroît pouvoir éprouver cette même diversité de mouvemens ; il peut être transporté, agité, &c. mais il ne de-

viendra lumineux que lorſqu'il ſera choqué par un corps en vibration comme un corps lumineux.

Ce fluide lumineux produit ſouvent de la chaleur, quoique très-ſouvent auſſi il n'en produiſe point. Il s'agit de ſavoir ſi cette chaleur n'eſt qu'un mouvement particulier du fluide lumineux, ou ſi elle eſt une ſubſtance différente de ce fluide.

Il me paroît par tous les phénomènes que nous a préſentés la matière de la chaleur, que le fluide lumineux s'y trouve, mais y eſt combiné. Car la matière de la chaleur, 1°. a un mouvement très-lent; 2°. elle eſt réfléchie par des corps qui ne réfléchiſſent pas ou peu la lumière, 3°. elle ſe combine dans les corps, &c. Or ces qualités ne me paroiſſent pas pouvoir convenir au fluide lumineux ſeul. Cependant, ce fluide ou feu ſe trouve dans la matière de la chaleur. Il faut donc qu'il ſoit combiné avec quelqu'autre ſubſtance.

Or il n'y a que l'air pur qui paroiſſe pouvoir ſe combiner avec la lumière ou le feu, pour former le fluide igné ou matière de la chaleur. Car nous avons vu que c'eſt l'air pur combiné avec la lumière qui forme l'air inflammable. Or la matière de la chaleur produit des phénomènes analogues à ceux que

produit l'air inflammable. Nous n'en rapporterons ici que quelques exemples de tous ceux qui se trouvent dans cet Ouvrage. De la chaux ocreuse de fer chauffée dans un creuset devient d'un pourpre noir & attirable à l'aimant. Ce même fer précipité par les alkalis caustiques, est noir & sensible à l'aimant. La lumière colore en brun les chaux d'argent, de bismuth, &c. la chaleur leur donne la même couleur, ainsi que le contact de l'air inflammable. Cet air inflammable chauffé avec du soufre, donne de l'air inflammable sulfureux, ou hépatique, comme les chaux, les alkalis, &c. qui contiennent la matière de la chaleur. L'acide nitreux blanc est coloré par la lumière, par la chaleur, par l'air nitreux. Or nous avons vu que l'air nitreux contient de l'air inflammable....

Il est donc bien prouvé que la matière de la chaleur produit dans beaucoup d'occasions, des effets analogues à ceux de l'air inflammable. Or on ne peut douter que l'air inflammable ne soit une combinaison de l'air pur & de la matière du feu & de la lumière. D'où nous devons conclure que la matière de la chaleur contient les mêmes principes. Ces analogies sont de la plus grande force. La matière de la chaleur, ou matière du feu, ou *fluide igné* des Physiciens, ne sera donc que cette

combinaiſon de la lumière avec une très-petite portion d'air pur, & l'air inflammable n'en différera que parce qu'il contient plus d'air pur & beaucoup d'eau.

Cependant la matière de la chaleur non combinée, n'a pas de peſanteur ſenſible comme nous l'avons vu. Mais nous ignorons ſi celle qui eſt combinée pèſe. J'ai cherché à m'en aſſurer en calcinant des pierres calcaires à l'appareil au mercure pour ſavoir ſi la chaux vive peſoit plus que la pierre employée, en faiſant ſouſtraction de l'air acide & de l'eau qui s'étoient dégagés pendant la calcination. Mais je n'ai pu avoir des réſultats aſſez exacts. Nous pouvons néanmoins ſuppoſer que la chaleur combinée n'a pas une peſanteur ſenſible & en conclure qu'elle ne contient qu'une très-petite portion d'air pur, beaucoup moins conſidérable que celle qui ſe trouve dans l'air inflammable qui lui-même a un poids appréciable.

Le fluide électrique ne me paroît également qu'une eſpèce d'air inflammable. Ainſi ce ſera encore une combinaiſon d'air pur & de matière de la lumière ou du feu. Mais il préſente des phénomènes particuliers. Il brûle, donne de la flamme, calcine les métaux, dans l'air inflammable, dans l'air impur, dans l'air acide, même dans le vuide imparfait. Il paroîtroit donc qu'il

contient une portion d'air pur non combinée, qui peut produire tous ces effets. Il confirme encore ce que nous avons vu dans beaucoup d'autres circonſtances, que cet air pur ainſi combiné avec la lumière ou le feu, peut traverſer tous les vaiſſeaux; car le fluide électrique pénètre où l'air pur ne ſauroit pénétrer.

Le fluide électrique paroît coopérer le plus ſouvent à la formation des vapeurs. Car nous ſavons que tous les corps réduits en vapeurs produiſent une électricité négative dans les corps voiſins, c'eſt-à-dire, qu'ils les dépouillent d'une partie de leur électricité qui par conſéquent doit ſe retrouver dans les vapeurs avec la matière de la chaleur. Lorſque ces vapeurs ſe condenſent, le fluide électrique doit donc s'en dégager, ainſi que le fluide de la matière de la chaleur.

Le fluide magnétique qui a tant de rapports avec celui de l'électricité, eſt peut-être encore un fluide analogue.

Ces apperçus me paroiſſent conformes à ce que nous ſavons des autres faits de la nature. Cependant comme nous ne pouvons ſaiſir la matière du feu ou de la lumière ainſi que les airs, & la ſoumettre aux mêmes expériences, je ſens que cette queſtion fournira toujours un ſujet aux controverſes lorſqu'on voudra diſ-

puter. Mais dans l'étude de la nature, il faut être de bonne foi, reconnoître les bornes de nos moyens, celles de nos facultés, & se décider sur le grand ensemble des faits. Il me semble qu'ils confirment ce que nous venons de dire.

Les savans Auteurs de la Physique du Monde, MM. de Marivetz & Goussier, m'ont fait plusieurs objections contre cette partie de ma doctrine. Un célèbre Physicien, M. de Romé de Lisle, leur a proposé des réponses qui me paroissent convaincantes, & mettre hors de doute que le fluide igné ou matière de la chaleur, est une combinaison de la lumière avec une très-petite portion d'air pur.

Un autre savant, M. le chevalier de Soycourt, dans un Mémoire couronné à l'Académie de Rouen, m'a opposé d'autres difficultés qu'il a réduites à cinq principales, auxquelles je vais tâcher de répondre, parce que cela me donnera occasion de développer de plus en plus cette question.

Objection I. La quantité de chaleur d'un corps, dit il, ne peut s'estimer que par sa dilatation opérée par les molécules de feu introduites dans ce corps. Or il a chauffé à la chaleur de l'eau bouillante un cube de fer & un cube d'eau, pesant 16 onces chacun. Le fer

ne s'eſt dilaté que de 18 lignes cubiques, & l'eau de 1296 lignes; & cependant le cube d'eau mêlé avec 8 livres d'eau à $\frac{1}{4}$ de degré, a fait monter le thermometre à 9 degrés tandis que le cube de fer n'a échauffé la même quantité d'eau que d'un degré. La dilatation du fer eſt donc à celle de l'eau, comme 1 à 38, & la chaleur communiquée par l'eau à celle communiquée par le fer, comme 9 à 1; d'où l'on pourroit conclure que le fer contenant 38 moins de feu que l'eau, & cependant échauffant de l'eau ſeulement neuf fois moins que l'eau, contient quatre fois plus de chaleur latente que l'eau.

Réponſe. Je réponds que le principe eſt faux. Les différens corps ne ſe dilatent pas proportionnellement aux différens degrés de chaleur qu'ils éprouvent; le fer & les autres métaux ſe dilatent plus que le bois. L'éther, l'eſprit-de-vin, ſe dilatent plus que l'eau. Enfin, l'air ſe dilate infiniment plus que les autres corps. Car une partie d'air à la chaleur de l'eau bouillante occupe un eſpace de $\frac{1}{3}$ fois plus conſidérable qu'au degré de la glace.

Et ce qui confirme ceci de plus en plus, c'eſt que l'éther eſt réduit à l'état aériforme, à une chaleur d'environ 40 degrés, l'eſprit-de-vin à 60 ou 70, l'eau à 81, le mercure à 300, l'or

l'or à 10, &c. Or l'état aériforme est le *maximum* de dilatation des corps, & on ne peut pas dire que les vapeurs de l'éther aient le même degré de chaleur que celles du mercure ou de l'or, &c.

Objection II. « La seconde preuve, dit M. de Soycourt, qu'on donne de la chaleur latente, est que l'eau réduite en vapeurs produit un degré de chaleur beaucoup plus considérable que l'eau bouillante. Qu'on mette, par exemple, une livre d'eau dans un alambic & qu'on distille, le réfrigérant sera beaucoup plus échauffé qu'il ne le seroit par une livre d'eau bouillante. Or, dit l'Auteur, cette preuve me paroît insuffisante. Cet excès de chaleur est produit parce que dans cette expérience l'eau renfermée dans l'alambic, comme dans le digesteur de Papin, éprouve un degré de chaleur beaucoup supérieur à celui de l'eau bouillante. Effectivement, des thermomètres exposés à la vapeur de l'eau bouillante dans des vaisseaux découverts n'ont jamais pu atteindre le degré de l'eau bouillante, & plus ils étoient éloignés de la surface de l'eau, moins ils ont monté. Car un thermomètre à 2 lignes au-dessus de l'eau a monté à 79 degrés, & un autre, à 9 pouces de la même surface, n'a

monté qu'à 55 degrés; tandis qu'en le plongeant dans l'eau il alloit à 80 degrés ».

Réponse. Je réponds qu'il n'est pas possible que l'eau dans l'alambic acquière un degré de chaleur supérieur à celui de l'eau bouillante, puisqu'il y a une ouverture qui donne issue aux vapeurs. Mais j'ai fait l'expérience dans un alambic de verre dans lequel j'avois mis un thermomètre. Il n'a jamais monté au degré de l'eau bouillante.

D'ailleurs on ne peut disconvenir que les corps ne sont réduits en vapeurs vésiculaires que par la matière de la chaleur (unie au fluide électrique) qui remplit ces vésicules, & ce qui le confirme encore, est le froid produit par l'évaporation. On sait qu'on peut produire un grand froid en faisant évaporer de l'éther, &c. Lorsque ces vésicules viennent à se briser, ou les vapeurs à se condenser, la matière de la chaleur doit donc se dissiper ainsi que le fluide électrique, & se répandre dans les corps environnans; mais il paroît que la matière de la chaleur peut être condensée dans les corps, ou s'y accumuler en plus ou moins grande quantité, comme le fluide électrique, par exemple, qui est beaucoup plus abondant dans le verre ou la bouteille de Leyde, que dans les autres corps. Ainsi le mercure en vapeurs vési-

culaires contient plus de matière de la chaleur que les vapeurs vésiculaires de l'éther ou celles de l'eau, &c. C'est pourquoi dans l'expérience précédente le cube de fer, quoiqu'aussi chaud que l'eau, s'est beaucoup moins dilaté qu'elle parce que la matière de la chaleur y est plus concentrée. Ceci dépend de ce que la force de cohésion du fer est infiniment plus considérable que celle de l'eau, & par conséquent résiste davantage à l'effort de la chaleur.

Objection III. « La fonte de la glace, dit M. de Soycourt, est l'expérience fondamentale de cette théorie. Une livre de glace, dit-on, exige pour se fondre une livre d'eau à 58 degrés. Mais cette expérience ne lui paroît pas exacte. Il a pris deux vases de fer blanc qu'il a exposés dans un appartement, dont la température étoit à zéro. Il a mis dans l'un une livre de glace pilée, & a ensuite versé dans chacun une livre d'eau à 58°. Quand la glace a été fondue dans le premier, le thermomètre étoit à zéro à la vérité; mais il n'étoit qu'à 28 dans le second. D'où il conclut que la livre de glace pour fondre n'avoit exigé que 28 degrés, & que les autres 30 s'étoient dissipés ».

Réponse. J'ai répété l'expérience dans des circonstances moins favorables encore que celles

de M. de Soycourt. J'ai pris deux vaiſſeaux de fer blanc dans leſquels deux thermomètres marquoient 8. Un troiſième thermomètre dans l'appartement donnoit 8. J'ai mis dans l'un une livre de glace pilée & qui étoit à zéro, & enſuite dans chacun une livre d'eau à 58°. Lorſque la glace a été fondue, ce qui a exigé 12 minutes, le thermomètre qui y étoit plongé a donné zéro; celui de l'autre vaiſſeau a donné 45, & celui de l'appartement n'a pas varié. Cette expérience répétée pluſieurs fois m'a préſenté des variations dont la cauſe dépend de la manière dont on concaſſe la glace. Lorſqu'on laiſſe de gros glaçons, ils demeurent beaucoup de tems à fondre, en ſorte que ſouvent le thermomètre qui y eſt plongé ne deſcend pas juſqu'à zéro, & celui qui eſt dans l'eau à 58°, a le tems de deſcendre davantage. Mais nous pouvons conclure en général que quoiqu'on ait eu tort de négliger la cauſe dont parle M. de Soycourt, elle n'a pas autant d'effet qu'il le prétend. On peut faire l'expérience de manière que l'eau de comparaiſon ne perde que 10 à 12 degrés, tandis que celle qui eſt verſée ſur la glace perd ſes 58°. Mais nous avons d'autres expériences qui prouvent que la glace exige réellement pour fondre, 58° de chaleur d'une pareille quantité d'eau.

Objection IV. « Une autre preuve qu'on apporte en faveur de la chaleur latente, dit M. de Soycourt, est que dans le moment que l'eau se congèle, un thermomètre qui y est plongé monte un instant, & redescend ensuite pour se fixer à zéro. Dans la cristallisation des sels, le thermomètre monte également. D'où on a conclu que cette ascension est due à une portion de chaleur qui se dégage dans l'instant que les corps passent de l'état de liquidité à celui de solidité. Mais cette conclusion est fausse, dit-il. J'ai répété ces expériences avec des thermomètres à boule découverte, & avec d'autres renfermés dans un étui. Ceux-ci n'ont pas monté. Ainsi l'ascension des premiers est due à une compression que la glace ou le sel qui cristallise exerce sur la boule du thermomètre ».

Réponse. Cette réponse me paroît insuffisante. Si le thermomètre enfermé dans un tube de verre n'a pas monté, c'est qu'il a moins de sensibilité. Mais on ne peut disconvenir qu'il y ait réellement dégagement de chaleur dans ces circonstances. Car elle est même sensible au tact. En faisant cristalliser le nitre calcaire dans la main, on éprouve une chaleur sensible, comme l'a observé M. Pelletier. D'ailleurs, l'Auteur convient lui-même que les liquides

perdent de leur chaleur en passant à l'état de solidité.

Quant à ce qu'ajoute M. de Soycourt, que la boule, du thermomètre éprouve une compression dans ces expériences, je n'ai pas assez de faits pour prononcer à cet égard.

Objection V. Enfin, dit M. de Soycourt, on apporte en preuve de la chaleur latente, la causticité de la chaux calcaire, des chaux métalliques, des alkalis, &c. Or le docteur Black a prouvé que la causticité de la chaux ne venoit que de la privation de l'air acide, &c.

Réponse. Ceci prouve précisément que la théorie de la chaleur latente est indépendante de celle de la causticité, puisque le docteur Black admet l'une & n'admet pas l'autre.

Mais il me paroît facile d'établir mon opinion. Dans la doctrine opposée on dit que la chaleur & la lumière que produit la chaux humectée, viennent de l'eau & non pas de la chaux. Or l'expérience suivante démontre le contraire.

J'ai versé deux onces d'eau à 6 degrés au-dessus de zéro, sur une pierre à chaux de 3 livres, que j'ai ensuite posée sur un morceau de brique au-dessus du bain de mercure, & l'ai recouvert d'une grande cloche. La chaleur a été très-vive, comme l'on sait, l'eau a été

réduite en vapeurs par la violence de la chaleur, & s'est condensée le long des parois de la cloche. Or si cette chaleur prodigieuse venoit de deux onces d'eau, il faudroit donc que cette eau eût été réduite en glace. Au contraire elle a contracté une grande chaleur, & a été réduite en vapeurs. Il est donc démontré que cette chaleur ne vient pas de l'eau, & que par conséquent elle est fournie par la chaux.

Quant à ce qu'ajoute l'Auteur, qu'un alkali & un acide combinés perdent la plus grande partie de leur causticité, quoique le composé contienne dans mes principes une très-grande quantité de matière de la chaleur, il m'est facile de répondre que dans toutes les opinions sur la causticité, l'objection est la même. Le peu d'énergie que conserve le sel neutre, dépend de ce que les forces mutuelles de l'acide & de l'alkali se trouvent en opposition, *in nisu* ; & cela est si vrai que si on brise cette combinaison, par exemple, celle du sel ammoniac, soit en y versant de l'acide vitriolique, soit par la chaux, l'acide marin ou l'alkali ammoniacal reparoissent avec toute leur activité.

La grande difficulté que présente la théorie de la chaleur latente est de savoir comment tel corps, par exemple, l'eau peut avoir cette quantité de chaleur, sans qu'elle soit sensible

ni à nos ſens ni à nos inſtrumens. Mais il me paroît que cela peut ſe concevoir facilement d'après la manière dont je viens de l'expoſer. Car ſuppoſons l'air d'un appartement chargé d'une humidité quelconque, exprimée par le 40e degré de l'hygromètre, par exemple. Plaçons dans cet appartement différens corps ſur-tout ceux qu'on emploie en hygromètrie, des plumes, de l'ivoire, des cheveux, de la baleine, de la baudruche, enſuite des ſels, tels que la potaſſe, le natron, le vitriol de natron, le ſel marin calcaire. Tous ces corps à raiſon de leur plus ou moins grande affinité avec l'eau attireront plus ou moins d'humidité. La potaſſe, le ſel marin calcaire, &c. s'humecteront & ſe réſoudront en eau ; le natron, le vitriol de natron, &c. au contraire, perdront leur eau de criſtalliſation & tomberont en pouſſière, &c.

Le degré 40 de l'hygromètre, dans cette circonſtance, ne marque donc que le degré d'humidité relatif de chacun de ces corps. C'eſt leur humidité latente ou ſpécifique, ſi on veut ſe ſervir de ce terme. On peut encore employer un autre exemple.

J'ai placé ſur des ſupports de verre différentes ſubſtances qui communiquoient au conducteur d'une machine électrique. Le conducteur chargé, chacun de ces corps a acquis un

certain degré d'électricité, mais qui n'étoit point le même, comme je le dirai ailleurs. Ces différences dépendent de ce que ces corps sont plus ou moins bons conducteurs. La même chose a lieu pour le fluide magnétique. On sait que les différens fers ou aciers ne s'en chargent pas également.

« Mais, dit-on, comment le thermomètre » indiquera-t-il ces différences de chaleur spé» cifique? Il paroît que d'après ce qu'on vient » de dire, cela est impossible ». Voici comment il le pourra. Si on approche ou qu'on mêlange le natron avec la potasse, l'humidité de celui-ci se communiquera au natron. De même le thermomètre plongé dans ces différens corps en prendra la température; mais lorsqu'ils ne seront point en contact, chacun conservera sa chaleur spécifique.

Telle est ma manière de voir la théorie de la chaleur latente, qui pour lors me paroît moins difficile à concevoir. En supposant le fluide igné, la matière de la chaleur, le feu, en un mot, suivant l'expression commune, être un fluide quelconque, tel que le fluide électrique, & c'est ce dont on convient généralement, quelle qu'en soit la nature, on conçoit facilement qu'il doit avoir différens degrés d'affinité avec les différens corps, ainsi que tous les

autres fluides ; & que suivant la loi des fluides il doit chercher à se mettre en équilibre, & que ces différens corps en contiendront par conséquent différentes quantités. C'est tout ce que j'entends par la *chaleur latente*.

Mais les tables qu'on a dressées de cette chaleur latente des différens corps sont-elles exactes ? L'air pur a-t-il, par exemple, 87 fois plus de chaleur que l'eau, & l'eau 30 fois plus que le mercure ? par conséquent l'air pur en a-t-il 2640 fois plus que le mercure ? J'avoue que ces expériences sont si délicates que celles que j'ai tentées à cet égard, ne m'ont pas donné des résultats sur lesquels je puisse compter. Mais quand même les tables que nous avons ne seroient pas parfaitement exactes comme il est à peu près sûr, la théorie n'en souffriroit pas. Il est toujours certain qu'il y a des corps qui ont plus de chaleur spécifique que d'autres. C'est tout ce qu'il nous importe de savoir dans ce moment.

La chaleur latente est pour ainsi dire étrangère & accidentelle aux corps. Car supposons de l'eau à un degré au-dessus de zéro ou à 80 degrés, elle est toujours de l'eau. C'est comme le fluide électrique qu'on peut regarder comme accidentel aux corps. Une jarre de verre, complettement chargée d'électricité, ou n'en

n'ayant que le moins possible, est toujours la même; un morceau de bois sec ou ce même bois humecté ne change pas de nature. Ainsi de l'acide vitriolique échauffé à 50 degrés, a plus de chaleur sensible que l'eau à 1° n'en a de latente; & cependant ils conservent l'un & l'autre leurs qualités respectives.

Mais la chaleur combinée diffère ensuite beaucoup de cette chaleur latente. Suivons notre comparaison. L'eau contenue dans ce bois humecté lui est accidentelle. Mais ce bois contient une eau qui est un de ses principes constituans sans laquelle il ne peut être. C'est son eau principe, son eau combinée.

Il en est de même de la matière du feu ou fluide igné, ou matière de la chaleur. Elle est une partie constituante des corps; elle en est principe, & ils cesseroient d'être ce qu'ils sont sans cette matière qui doit s'y trouver en telle proportion pour qu'ils soient tels corps. Ainsi l'air inflammable contient une grande quantité de ce principe de ce fluide igné combiné, qui lui donne la propriété de brûler, de détonner, &c. & qui est absolument différent de la chaleur latente, qui le tient à l'état aériforme. Il peut perdre celle-ci, se combiner, devenir concret, cesser d'être à l'état aériforme, sans perdre celle qui lui donne ses qualités essen-

tielles, celles de brûler, de détonner, &c. dont il ne peut être privé qu'en étant décomposé. Il en est de même de la chaleur combinée dans la chaux, les acides, les alkalis, &c. qui est différente de la chaleur latente.

Cette matière de la chaleur faisant principe des corps peut être sous deux états différens.

Dans le premier, elle se trouve unie avec des corps qui lui opposent une résistance égale à son action, & pour lors elle ne jouit plus d'aucune activité, elle est *in nisu*.

Dans le second état elle se trouve prépondérante, & pour lors le nouveau composé a plus ou moins d'énergie.

La matière de la chaleur combinée dans la chaux calcaire, dans les alkalis, dans les acides, &c. est dans le second cas. Elle conserve une partie de l'énergie qu'elle a lorsqu'elle est libre comme dans le feu de nos foyers; & ces corps ont eux-mêmes beaucoup d'activité; au lieu que dans l'air inflammable toute cette force se trouve *in nisu*; & cet air n'a point de causticité. L'air acide a de la causticité parce que la matière de la chaleur avec laquelle il est combinée n'est pas *in nisu*. Une comparaison rendra ceci plus clair. Les acides dans leurs combinaisons peuvent être absolument saturés, & pour lors ils ne conservent aucune de leurs

qualités premières, comme dans les sels neutres parfaits. Mais si la saturation n'est pas complette comme dans les sels avec excès d'acide, l'acide conserve une partie de ses propriétés.

La matière de la chaleur combinée peut être également parfaitement saturée, & alors elle ne jouit plus de son énergie, comme dans l'air inflammable; ou la saturation n'est pas complette, & elle conserve une partie de son énergie, comme dans la chaux, les alkalis, les acides, &c.

Je ne donne par conséquent point autant d'extension à cette théorie de la chaleur latente qu'on a voulu le faire, & je suis bien éloigné de penser que la chaleur sensible produite dans l'inflammation des corps, vienne de la chaleur latente de l'air pur, par exemple; elle me paroît due principalement à la chaleur combinée dans l'air inflammable qui se dégage lorsque cet air se décompose par l'intermède de l'air pur. Je ne nie pas que la chaleur latente & combinée de celui-ci ne contribue aussi à la même combustion, mais beaucoup moins que la chaleur combinée de l'air inflammable & sa chaleur latente.

L'air pur me paroît également avoir la moindre part dans la chaleur animale produite par la respiration. Nous avons vu qu'à chaque

inspiration, il n'y a tout au plus qu'un pouce d'air par décomposé & vraisemblablement moins. Or la chaleur latente de cette quantité d'air seroit absolument insuffisante pour produire la chaleur qui est dans le poumon & dans toute la machine. Elle est donc plutôt due au mouvement musculaire ou autre, & ce qui le confirme, c'est que la respiration demeurant la même, la chaleur augmente toutes les fois que le mouvement dans le corps est beaucoup accéléré, comme dans les violens exercices, dans la fièvre, &c.

La matière de la chaleur ne produit tous ses effets que par un grand mouvement. On peut donc la regarder comme étant toujours en mouvement (d'après l'idée que nous en avons donnée, *tome I*, *page 6*), à moins qu'elle ne soit combinée : c'est par ce mouvement violent qu'elle liquéfie tous les corps, les décompose, &c. en surmontant leur force de cohésion.

Mais cette matière de la chaleur conserve-t-elle toujours le mouvement qui lui est propre & qui produit la chaleur ? ou ce mouvement peut-il diminuer & ensuite augmenter par une cause quelconque, par exemple, par un mouvement extérieur ?

Je crois que cette matière de la chaleur ne perd jamais son activité, pas plus que les

acides; mais elle se combine comme eux, & pour lors elle ne jouit plus du mouvement particulier qui lui fait produire la chaleur. Mais dès que par une cause quelconque (qui ne peut être qu'une impulsion venant du dehors) elle est dégagée de cette combinaison, elle jouit aussi-tôt de son énergie première, comme les acides, les alkalis, qui, dégagés de leurs combinaison par un corps étranger, reprennent leur activité propre. C'est ce qui arrive lorsqu'on humecte un morceau de chaux, &c. qu'on brûle de l'air inflammable, ou tout autre combustible, &c. la matière de la chaleur qui est combinée dans toutes ces substances, se dégage, produit chaleur sensible, fusion du corps, ou combustion & décomposition.

Mais si ce mouvement extérieur n'est point assez considérable pour décomposer le corps & en dégager la chaleur combinée, il l'échauffera cependant, puisqu'on peut faire rougir une barre de fer en la frappant. Il s'agit de savoir d'où vient cette chaleur. Elle ne peut point être l'effet de la chaleur combinée, qui se seroit dégagée de ces corps, puisqu'ils ne sont pas décomposés. Mais je pense qu'il y a de la chaleur fixée dans les pores des corps, comme l'air, par exemple, se trouve dans l'eau, dans le charbon, &c. sans y jouir d'aucune de ses

qualités. Le frottement violent dégage cette chaleur qui reprend sa première énergie. Si elle est assez considérable, elle opère la décomposition de tout le corps, combustion, &c.

Telles sont les notions que je crois dans ce moment les plus vraisemblables sur cette matière difficile. En regardant toujours la matière de la chaleur comme un fluide particulier, tel par exemple, que le fluide électrique, répandu dans tous les corps, on conçoit 1°. que chaque corps en a une portion; 2°. que cette quantité variera en raison de son affinité avec les différens corps; 3°. qu'on peut l'accumuler dans les corps quoique toujours fluide; 4°. que cette matière ainsi accumulée tâchera de reprendre son équibre aussi-tôt qu'elle le pourra; 5°. que cette matière peut se combiner & devenir partie constituante des corps; 6°. que dans cet état de combinaison ou son activité sera entièrement saturée & *in nisu*, ou elle ne le sera qu'en partie, & elle sera pour lors le causticon.

Tous ces faits me paroissent assez bien établis. Mais il n'en est pas de même de ce que nous avons dit sur la nature de cette substance. Quoique la grande analogie qu'il y a de la matière de la chaleur avec l'air inflammable dans lequel on ne peut méconnoître l'air pur

&

& la lumière ou feu élémentaire, rende très-probable que la matière de la chaleur est composée des mêmes principes; cependant il y a encore peut-être quelques difficultés.

Tout ce que nous venons de dire fait voir que l'air pur différemment combiné avec la lumière ou feu élémentaire, forme le fluide igné, la matière qu'ordinairement on appelle feu, différent du feu élémentaire, ou la matière de la chaleur & les différentes espèces d'air. On peut ensuite briser ces combinaisons jusqu'à un certain point, & ramener ces airs à l'état d'air pur.

Cet air pur & les autres espèces d'air contiennent tous une très-grande quantité d'eau. Lorsqu'ils perdent leur état aériforme ils abandonnent cette eau, qu'on retrouve ensuite dans les produits, savoir, après la combustion de l'air pur & de l'air inflammable, après la combinaison de l'air pur & de l'air nitreux, &c.

Ces mêmes airs en se combinant & passant à l'état concret, perdent aussi la matière de la chaleur non combinée qui les tenoit à l'état aériforme de la même manière que l'eau ou tout autre corps en vapeurs, perdent cette chaleur lorsqu'ils cessent d'être à l'état aériforme (1).

(1) Peut-être, comme les autres corps aériformes, contiennent-ils aussi du fluide électrique qu'ils perdent également en perdant leur état aériforme ?

Cette chaleur leur eſt en quelque façon étrangère, & ne les change pas de nature parce qu'il n'y a pas vraie combinaiſon, c'eſt plutôt diſſolution. Ainſi l'air pur combiné, par exemple, dans les acides, dans les chaux métalliques, &c. peut en être dégagé ſans qu'il y ait changé de nature. Il en eſt de même de l'air inflammable, de l'air impur, combinés dans les huiles, les acides, les alkalis, &c. lorſqu'ils en ſont dégagés, ils reparoiſſent les mêmes. Mais il faut obſerver que dans ces combinaiſons ils peuvent éprouver de grands degrés de chaleur ſans acquérir l'état aériforme, de même que l'eau combinée peut éprouver une grande chaleur ſans être réduite en vapeurs.

Mais lorſque la lumière, le feu ou la matière de la chaleur ſont combinés avec cet air pur, ſa nature change abſolument, & ce nouveau compoſé, ſoit qu'il ſoit à l'état aériforme ou à l'état concret, eſt entièrement différent de l'air pur, & forme l'air inflammable, l'air impur, l'air acide, &c.

On demandera peut-être en quoi conſiſtent ces combinaiſons; c'eſt ce que nous ignorons, & ignorerons peut-être toujours. Tout ce que nous pouvons ſavoir, c'eſt qu'elles ont lieu journellement dans la nature, comme le prouvent tous les faits que nous avons rapportés.

On ſait que la lumière a la plus grande influence ſur toutes les couleurs. Elle les altère toutes & plus particulièrement encore celles qu'on appelle de faux teint. On auroit pu croire qu'elle n'agiſſoit que par le moyen de l'air. Mais j'ai pris des morceaux de rubans roſes, bleus, citrons, que j'ai mis entre des plaques de verre, bien collés à leurs extrêmités. Les rubans n'en ont pas été moins décolorés lorſqu'ils ont été expoſés à la lumière. Tous les bois ſe décolorent à la lumière, ou leurs couleurs ſe foncent, &c. &c. Il feroit inutile de multiplier ces exemples, qui ſont aſſez connus.

Mais ces combinaiſons de la lumière ou du feu avec l'air pur ne ſe font bien que lorſqu'il y a une baſe pour les fixer. Nous avons vu que c'eſt la même choſe dans toutes les autres combinaiſons. Les airs qui dans les nitrières forment tant de ſubſtances ſalines différentes, ne ſe combinent que dans une terre calcaire, & pas ailleurs.

Tous ces différens airs, l'air pur, l'air inflammable, l'air impur, l'air acide, &c. contenant plus ou moins d'eau, plus ou moins de feu ou lumière combinée, on ſent que lorſque nous diſons que telle ſubſtance, par exemple, l'acide nitreux eſt compoſé d'air pur & d'air

Oo 2

nitreux, c'eſt dire qu'il eſt compoſé, d'air, d'eau & de feu.

Or il paroît par les analyſes que nous avons faites des différens corps, que nous en pouvons réduire un grand nombre entièrement en différens airs, & nous avons de grandes probabilités que tous pourroient y être réduits. D'où nous tirerons la conſéquence que dans l'état de nos connoiſſances nous pouvons ſoupçonner que tous les corps connus ſont compoſés d'air, d'eau & de feu ou lumière.

Quant aux ſubſtances qu'on a déſignées juſqu'ici ſous le nom de *terres*, je crois que nous ſommes fondés dans ce moment à les croire compoſées de différens airs, comme les autres corps. Ainſi nous ne pouvons plus regarder les terres comme des ſubſtances élémentaires.

Mais je ſuis bien éloigné de penſer que l'air, l'eau & le feu, que je regarde comme les trois ſubſtances élémentaires pour nous, ſoient des êtres ſimples; ils ſont compoſés eux-mêmes.

Mon opinion eſt bien différente de celle de pluſieurs Chimiſtes modernes, qui admettent cinquante-cinq ſubſtances ſimples ou non décompoſées; ſavoir, 1°. la lumière; 2°. le calorique ou matière de la chaleur; 3°. l'air pur, l'air inflammable & l'air impur; 4°. la baſe de tous les acides, ſavoir, le charbon, baſe de

l'air acide; le soufre, le phosphore, les bases des acides marin, boracin, fluorique, succinique, acéteux, tartareux, pyrotartareux, saccharin ou oxalin, gallique, citronien, malummien, benzonique, pyro-lignique, muqueux, camphorique, lactique, saccho-lactique, formicin, prussique, sébacé, lithique, bombicin, en tout vingt-quatre; 5°. les dix-sept substances métalliques; 6°. les cinq terres de Bergman; 7°. les trois alkalis.

J'observerai d'abord qu'on peut suivant les mêmes principes beaucoup plus multiplier ces substances simples. Car si on regarde comme simples, les bases des acides muqueux, saccharin, tartareux, acéteux, lignique, &c. formicin, bombicin, &c. pourquoi ne pas étendre la même qualité à tous les acides végétaux & animaux? & pour lors nous aurions plusieurs centaines, peut-être plusieurs milliers de substances simples.

Nous ne répéterons pas tout ce que nous avons dit, pour prouver que tous les acides, soit minéraux, soit végétaux, soit animaux, sont composés d'air pur, d'air impur, &c. & sur-tout d'air inflammable. Nos adversaires sont obligés d'en convenir pour les acides végétaux & animaux, puisqu'ils regardent la base des acides végétaux comme une huile. Or les huiles

suivant eux, contiennent de l'air inflammable, qui par conséquent doit se trouver dans l'acide végétal. Si l'air inflammable est dans l'acide végétal, nous sommes bien fondés à conclure qu'il y en a également dans les autres acides.

Ils conviennent également que l'alkali ammoniacal est composé. Ils ne peuvent pas plus nier que les alkalis fixes le soient. Mais cet alkali ammoniacal ne peut pas être formé d'air inflammable & d'air impur seuls ; car en distillant le charbon il passe, sur-tout dans le commencement, beaucoup d'air inflammable & d'air impur, & on n'a point d'alkali ammoniacal. C'est que cet alkali contient encore de l'air pur altéré, puisqu'il calcine les métaux, qu'on ne l'obtient que des corps qui contiennent de l'air pur altéré, &c.

Quant aux différentes espèces d'air, on doit regarder, comme démontré physiquement, qu'elles ne sont que des modifications d'un seul air principe. La matière de la chaleur ne peut pas être prise davantage pour un être simple....

« Mais, dit-on, cette théorie est plus simple » que la vôtre ». Si on appelle *simple* une théorie qui suppose tout, on a raison. Pour lors on la rendra encore plus simple en supposant tous les corps de la nature des corps

ſimples ; mais ce n'eſt pas avancer la ſcience : c'eſt dire , *cela eſt*, *parce que cela eſt*. Nous cherchons au contraire à ſonder les profondeurs de la nature en tâchant de remonter aux premiers principes des corps, & il me ſemble que juſqu'ici nous n'en pouvons reconnoître que trois.

Enfin quant à la grande queſtion du phlogiſtique, ce que nous venons de dire ſur la prétendue décompoſition de l'eau, & ſur les ſubſtances élémentaires, y jette le plus grand jour. Car ſi l'air inflammable qu'on obtient dans cette multitude de procédés, ne vient point de la décompoſition de l'eau, il doit donc ſe retrouver dans les autres ſubſtances qu'on a employées ; & ſi toutes ces ſubſtances ne ſont pas ſimples, mais compoſées, il eſt vraiſemblable qu'elles contiennent un ſeul & même principe inflammable, qui ſera l'air inflammable à l'état concret ou combiné, c'eſt-à-dire, privé de la portion de chaleur qui le tient ordinairement à l'état aériforme.

« On a oppoſé pluſieurs faits à ceux-ci. On a brûlé ou calciné dans l'air pur tous les corps inflammables connus, tels que le ſoufre, le métaux, les huiles, le charbon, &c. On a obſervé que conſtamment il y a une plus ou moins grande quantité d'air pur abſorbé & que

cette quantité répondoit à peu près à l'augmentation de poids qu'acquéroient ces substances. D'où on a conclu qu'elles ne perdoient rien, mais acquéroient seulement de l'air pur. En conséquence, on a admis cette grande quantité de substances élémentaires que nous avons vues. La chaleur & la flamme qui sont produites viennent de la matière du feu qui se dégage de l'air pur dans l'instant qu'il perd son état aériforme pour se combiner ».

Tel est l'exposé de cette grande question, dont la solution intéresse vivement tous les Savans, & est attendue avec grande impatience.

Il n'est pas douteux que Beccher, Stahl, &c. ont eu tort de négliger les expériences de Geber, de Rey, de Halles, &c. qui ont dit que le poids qu'acquéroient dans leur combustion le soufre, le phosphore, les métaux, &c. venoit d'une portion d'air qui s'y combinoit. Mais d'un autre côté doit-on dire que tous les corps inflammables sont des êtres simples, non décomposés, qui ne perdent rien dans la combustion & acquièrent seulement de l'air pur? On sait qu'il est assez ordinaire à l'esprit humain de donner dans les deux extrêmes, tandis que le plus souvent la vérité en est également éloignée. C'est, je crois, ce qui a lieu ici.

Je pense qu'il n'y a qu'un seul principe inflammable, que ce principe peut passer d'un corps dans un autre, mais qu'il ne se dégage le plus souvent que par l'intermède de l'air pur, par de doubles affinités comme tous les autres corps, & que c'est la combinaison de cet air inflammable & de cet air pur faite à un certain degré de chaleur, qui produit la flamme & la lumière.

Car l'air pur ne donne jamais de flamme en se combinant avec tout autre corps qu'avec l'air inflammable échauffé jusqu'à l'incandescence. Cet air pur combiné avec l'air nitreux, avec les huiles, le foie de soufre, &c. est absorbé avec chaleur, mais ne donne point de flamme.

C'est par leur air inflammable que les huiles échauffées donnent de la flamme avec l'air pur. D'où nous sommes bien fondés à conclure que le soufre, le phosphore, les métaux, le charbon, &c. ne donnent également de la flamme que par le moyen d'un air inflammable qu'ils contiennent.

Mais examinons en détail les phénomènes de la combustion ; *PARCE QUE CETTE GRANDE QUESTION NE ROULE QUE SUR CETTE SEULE EXPÉRIENCE*. Nous allons prendre pour exemple celle du soufre,

du phosphore, & du sucre ou succin. Or on peut faire trois suppositions.

I. L'air pur brûlant avec l'air inflammable du sucre (on convient unanimement qu'il en contient), du soufre, du phosphore, peut s'absorber, comme dans sa combustion avec l'air inflammable; & les acides du sucre, du soufre, du phosphore, demeureront libres & dégagés.

II. Une partie de l'air pur peut brûler avec l'air inflammable du sucre, du soufre, du phosphore; tandis qu'une autre partie de ce même air pur se combinera avec un principe quelconque de ces substances & formera ces acides. Dans cette hypothèse, le sucre, le soufre, seront composés de ce principe combiné avec l'air inflammable.

III. L'air pur peut se combiner tout entier avec le sucre, le soufre, le phosphore, &c. & former les acides. Il s'agit de savoir laquelle de ces trois hypothèses est la véritable.

Lorsqu'on fait bouillir l'acide vitriolique, l'acide phosphorique, avec de l'air inflammable, on a de l'acide sulfureux du soufre, du phosphore, comme nous l'avons vu. On peut expliquer ces faits par trois hypothèses différentes.

IV. *Hypothèse.* Les acides peuvent se com-

biner avec l'air inflammable, & former le soufre & le phosphore.

V. Les acides pourroient se décomposer, abandonner une portion d'air pur qui se combinant avec de l'air inflammable, formeroit de l'eau ou se dissiperoit, tandis que l'autre portion de l'acide se combinant avec l'autre portion de l'air inflammable donneroit l'acide sulfureux, le soufre & le phosphore.

VI. Tout l'air pur pourroit se dégager, & se combinant avec tout l'air inflammable former de l'eau ou s'absorber, tandis que le soufre & le phosphore demeureroient à nud.

On voit que ces trois dernières hypothèses répondent aux trois premières. Il s'agit de savoir celle qui est la plus conforme aux faits que nous connoissons. Il est certain;

1°. Qu'il y a de l'eau dans les résidus de la combustion du sucre, du soufre, du phosphore.

2°. Que l'air pur & l'air inflammable dans leur combustion disparoissent presque en entier & laissent beaucoup d'eau, soit qu'elle soit formée, soit qu'elle soit dégagée.

3°. Que cet air pur & cet air inflammable mêlés, soit sur l'eau ou sur le mercure, & même échauffés jusqu'à ce qu'ils ne détonnent pas, ne s'absorbent point dans les premiers momens & qu'ils ne diminuent que lorsqu'ils demeurent

long-tems ensemble ou séparément sur l'eau.

4°. J'ai mis demi-once d'acide sulfureux sous une cloche contenant 12 pouces d'air pur sur le mercure. Au bout de quatre jours il y a eu une assez grande absorption d'air, & l'acide sulfureux avoit presque tout passé à l'état d'acide vitriolique.

5°. J'ai mis sous des cloches pleines d'air pur sur le mercure, du sucre, du soufre, du phosphore. Ils n'ont point été altérés.

6°. L'acide vitriolique, l'acide phosphorique au degré de l'ébullition ne donnent point d'air pur.

De tous ces faits, je crois pouvoir conclure que lorsque j'ai fait bouillir l'acide vitriolique avec l'air inflammable, il n'y a pu avoir combustion, ni absorption de cet air par de l'air pur. Car 1°. l'acide vitriolique n'est pas combustible; 2°. cet acide en bouillant ne donne point d'air pur; 3°. l'air pur & l'air inflammable ne s'absorbent pas à ce degré de chaleur. *C'est donc l'acide lui-même qui a absorbé cet air inflammable.* Or puisqu'il a passé à l'état d'acide sulfureux : donc l'acide sulfureux est l'acide vitriolique, plus l'air inflammable. En chauffant davantage on a du soufre, & du phosphore si on se sert d'acide phosphorique. Donc le soufre & le phosphore ne sont que

les acides vitriolique & phoſphorique, ſaturés d'air inflammable.

La même choſe ne peut avoir lieu avec l'acide du ſucre, parce qu'il ſe décompoſe.

D'un autre côté, dans la combuſtion de l'air pur & de l'air inflammable, il y a de l'eau & les airs diſparoiſſent. La combuſtion du ſucre, du ſoufre, du phoſphore, donne des acides étendus d'eau ; donc cette eau vient de la combuſtion d'une portion de l'air pur avec l'air inflammable du ſucre, du ſoufre, du phoſphore.

Enfin, le ſucre, le ſoufre, le phoſphore, traités avec l'acide nitreux, donnent les acides ſaccharin ou oxalin, vitriolique & phoſphorique, & on a beaucoup d'air nitreux. Cet air nitreux eſt ici formé de la combinaiſon de l'air inflammable de ces ſubſtances avec une portion de l'acide nitreux décompoſé, tandis qu'il fournit d'un autre côté une portion d'air pur à ces acides, qui ſont à l'état d'acide ſulfureux pour les faire paſſer à l'état d'acide vitriolique comme dans l'expérience IV. Nos adverſaires diſent que cet air nitreux vient uniquement de la décompoſition de l'acide nitreux. Mais nous avons vu que l'acide nitreux en ſe décompoſant, ne donne point d'air nitreux.

Ces explications me paroiſſent ſimples & naturelles. L'air pur abſorbé ſe retrouve dans

les acides, mais en différens états. Enfin, tout est ici commun entre le sucre, le soufre & le phosphore. Or, puisqu'on admet de l'air inflammable dans le sucre, comment pouvoir le nier dans le soufre & le phosphore?

Ainsi il me paroît donc bien démontré que le soufre, le phosphore, les métaux, sont des acides saturés par l'air inflammable, ainsi que le sucre, le benzoin, le succin. La seule difficulté qu'on opposoit étoit de faire voir ce que devenoit l'air pur absorbé. Or je viens de le démontrer.

Nos adversaires pourront dire que lorsqu'on fait bouillir l'acide vitriolique avec l'air inflammable, il se dégage une portion d'air pur de l'acide, lequel air pur se combinant avec l'air inflammable, forme de l'eau, & cet acide ayant perdu de l'air pur devient acide sulfureux.

Mais il est certain & reconnu que l'acide vitriolique en bouillant ne donne point d'air pur. On pourroit dire que l'air inflammable par son affinité avec l'air pur opère cette décomposition. Quand même nous l'accorderions, il resteroit toujours à prouver que l'air pur & l'air inflammable peuvent former ou laisser dégager de l'eau *sans combustion*. Or c'est ce qui est contraire à tous les faits que nous avons vus. Cependant comme nos adversaires supposent

ſans ceſſe que l'air inflammable *dans ſon état naiſſant*, ſuivant l'expreſſion de M. Prieſtley, c'eſt-à-dire, au moment qu'il ſe dégage, forme de l'eau s'il rencontre de l'air pur; que de même l'air pur, au moment où il ſe dégage, formera de l'eau s'il rencontre de l'air inflammable, ils devroient nous apporter des expériences déciſives. Mais ils partent toujours des mêmes ſuppoſitions.

Nous avons fait voir au contraire que partout où on ſuppoſe l'air pur & l'air inflammable former de l'eau ſans combuſtion, ces deux airs ſont combinés, ou entr'eux ou avec d'autres ſubſtances. Prenons l'acide marin avec excès d'air pur, qui nous eſt le moins favorable. Si on mêle cet acide avec l'alkali ammoniacal, avec l'eſprit-de-vin, avec le fer, &c. il ſe combine avec ces ſubſtances, & il n'y a point de dégagement d'air inflammable. Mais voici ce qui ſe paſſe. Cet air inflammable ne forme pas de l'eau. Mais il ſe combine avec l'acide, qu'il ramène à l'état d'acide marin ordinaire; tandis qu'une portion de ſon air pur s'unit ou à la chaux métallique ou avec l'eſprit-de-vin, &c.

Au reſte, quand il ſeroit vrai que l'acide vitriolique, le phoſphorique, comme les chaux & acides métalliques, traités avec l'air inflam-

mable pour passer à l'état de soufre, de phosphore & de métaux, perdroient une partie de leur air pur, en sorte que ces acides ne seroient pas en entier dans le soufre, le phosphore, &c. cela ne prouveroit rien en faveur de nos adversaires. Ils ne sauroient en conclure 1°. *que le soufre, le phosphore, les métaux, les bases des acides animaux & végétaux, sont des êtres simples*; 2°. *que toutes ces substances ne contiennent pas un principe inflammable*; 3°. *que l'air inflammable qu'on en retire par différens procédés vienne de la décomposition de l'eau.*

Ce sont les seuls points contestés, & dont je crois la vérité démontrée de notre côté, par tous les faits que nous venons de rapporter. Il est de toute certitude que le soufre ou l'acide vitriolique, le phosphore ou l'acide phosphorique, l'acide marin ou le principe muriatique, les acides végétaux ou leurs bases, sont produits journellement, soit dans les êtres organisés, soit dans les nitrières, soit dans les cloaques par le concours de différens airs; savoir, de l'air atmosphérique & de l'air putride, lesquels contiennent 1°. l'air pur, 2°. l'air impur, 3°. l'air inflammable, 4°. l'air acide, 5°. de l'eau, 6°. la matière de la chaleur. Par conséquent ces acides ou leurs bases ne peuvent être regardés 1°. comme êtres simples;

2°.

2°. ils contiennent un principe inflammable. On l'avoue pour les acides animaux & végétaux; comment le nier pour les autres. 3°. Ce principe inflammable par conséquent pourra en être dégagé; & il l'est effectivement par différens procédés.

Cette multitude de faits me paroît établir d'une manière solide mon opinion, qui d'ailleurs est bien plus philosophique & plus conforme à la marche simple & grande de la nature.

ADDITIONS

De l'Air animal.

L'AIR de la vessie de la carpe me paroît contenir une nouvelle espèce d'air. J'ai répété un grand nombre de fois les mêmes expériences, pour savoir si je pourrois le rapporter à quelques-uns de ceux qui nous sont connus. Mais il m'a paru toujours avoir des qualités particulières.

J'ai pris une vessie de carpe, lavée légèrement, pour la dépouiller du sang qui y étoit adhérent; & bien essuyée, je l'ai introduite sous une cloche pleine de mercure, & l'ai percée

avec un canif pour en faire échapper l'air. J'ai retiré auſſi-tôt la veſſie.

J'ai rempli de mercure des tubes d'eudiomètre, & les tenant plongés dans le bain de mercure, j'ai fait paſſer dans chacun 200 parties de cet air. Ayant ſoulevé ces tubes avec des ſoucoupes profondes ou des verres, & verſé ſur le mercure contenu dans la ſoucoupe de l'eau de chaux; élevant enſuite le tube au niveau de l'eau, le mercure ſe précipite & l'eau entre dans le tube. J'en remplis ainſi la moitié ou les trois quarts du tube. L'air eſt abſorbé peu à peu, mais d'une manière très-ſenſible, & au bout de deux ou trois heures eſt réduit à 1,36, 1,38, 1,40. L'eau de chaux n'eſt pas troublée, excepté à la partie qui touche l'air, qu'elle l'eſt un peu.

Une meſure de ce réſidu & une d'air nitreux ont donné 1,60, 1,59.

Ces expériences répétées un grand nombre de fois, toujours avec les mêmes réſultats, m'ont fait préſumer que l'air abſorbé n'étoit pas de l'air acide ou air fixe. Mais pour ne négliger aucune précaution, j'ai fait paſſer dans les mêmes tubes 1,60 d'air commun, & 0,40 d'air acide. J'y ai enſuite fait paſſer de l'eau de chaux, qui a été précipitée à la manière ordinaire.

Il me paroît donc que l'air de la vessie de la carpe contient environ 0,67 d'un air beaucoup plus impur que l'air atmosphérique, 0,08 d'air acide & à peu près 0,25 d'un air particulier, qui est absorbé assez promptement par l'eau sans précipiter l'eau de chaux.

Cet air ne m'a point paru avoir d'odeur particulière. J'ai cependant voulu essayer s'il contenoit de l'air alkalin. J'en ai rempli une petite cloche, & y ai plongé un tube mouillé d'acide marin. La vapeur blanche que donne l'air ammoniacal avec l'acide marin n'a point paru.

J'ai plongé une petite bougie, un charbon allumé dans une autre cloche remplie de cet air. Ils se sont éteints l'un & l'autre.

J'en ai fait absorber par de l'eau distillée, qui par les réactifs n'a présenté aucun phénomène particulier; elle avoit le goût marécageux.

Je me suis pour lors rappelé un autre air qui avoit quelques rapports avec celui-ci, savoir, le résidu de l'air nitreux, qui a séjourné long-tems sur la limaille d'acier humectée dans un vaisseau plein de mercure, & dont j'ai parlé *Tome I*, *page* 265. J'avois de cet air dans un flacon depuis six mois & demi. J'en ai fait passer 200 parties dans un tube d'eudiomètre

plein de mercure, & j'y ai ensuite introduit de l'eau de chaux. L'air a été absorbé d'abord de plusieurs degrés, l'absorption est ensuite devenue plus lente, mais au bout de 24 heures les 200 parties ont été réduites à 0,48, 0,51 dans différentes expériences. L'eau essayée par les réactifs les plus sensibles, ne présentoit aucun phénomène particulier. J'ai pour lors substitué l'eau de chaux. L'absorption a été la même, & l'eau de chaux n'a pas été troublée sensiblement.

Cette expérience donnant de l'alkali ammoniacal, j'ai cherché à m'assurer si l'air absorbé n'étoit pas de l'air ammoniacal ; il n'en avoit point l'odeur, mais il conservoit celle de l'air nitreux. L'air alkalin est absorbé promptement, celui-ci ne l'est que lentement. Enfin, j'en ai rempli une petite cloche, & y ai plongé un tube mouillé d'acide marin. Il n'a point paru de vapeurs blanches.

J'ai mêlé avec une mesure d'air commun une mesure de celui-ci ayant éprouvé toute la diminution dont il étoit susceptible par l'eau. Le résidu a été 1,95, 1,94, ce qui y annonce encore une petite portion d'air nitreux d'ailleurs sensible à l'odorat.

Ce dernier air me paroît donc aussi un air particulier, qui a beaucoup de rapports avec

celui de la vessie de la carpe. Celui-ci se trouvant dans un animal, je l'appellerai *air animal*, jusqu'à ce que de nouvelles expériences nous ayent donné plus de lumière sur sa nature. Peut-être cet air animal est-il un des composants du *principe salin animal* & de l'alkali ammoniacal. Nous savons que le principe salin animal & l'alkali volatil sont produits dans toutes les expériences qui nous fournissent cet air.

FIN.

TABLE GÉNÉRALE
DES MATIERES
Contenues dans les deux Volumes.

La lettre A *indique le tome I*, & *la lettre* B *le tome II.*

Fin de la Table des Matières.

APPROBATION.

J'AI lu, par ordre de Monſeigneur le Garde des Sceaux, la ſeconde édition des *Eſſais ſur les différens Airs*, *par M. de la Metherie*, & je n'ai rien trouvé qui puiſſe empêcher la publication de cet Ouvrage intéreſſant.

A Paris, le 19 Mars 1788.

Signé, SAGE.

PRIVILEGE DU ROI.

LOUIS, par la grace de Dieu, Roi de France & de Navarre : A nos amés & féaux Conſeillers, les Gens tenant nos Cours de Parlement, Maîtres des Requêtes ordinaires de notre Hôtel, Grand-Conſeil, Prévôt de Paris, Baillifs, Sénéchaux, leurs Lieutenans Civils, & autres nos Juſticiers qu'il appartiendra; SALUT. Notre amé le Sieur CUCHET, Libraire, Nous a fait expoſer qu'il déſireroit faire imprimer & donner au Public, *l'Eſſai Analytique ſur l'Air pur & les différentes Eſpèces d'Air, par M. de la Métherie, Docteur en Médecine*, s'il Nous plaiſoit lui accorder nos Lettres de permiſſion pour ce néceſſaires : A CES CAUSES, voulant favorablement traiter l'Expoſant, Nous lui avons permis & permettons par ces Préſentes, de faire imprimer ledit Ouvrage autant de fois que bon lui ſemblera, & de le faire vendre & débiter par tout notre Royaume, pendant le tems de cinq années conſécutives, à compter du jour de la date des Préſentes. Faiſons défenſes à tous Imprimeurs, Libraires & autres perſonnes, de quelque qualité & condition qu'elles ſoient, d'en introduire d'impreſſion étrangere dans aucun lieu de notre obéiſſance; à la charge que ces Préſentes ſeront enregiſtrées tout au long ſur le Regiſtre de la Communauté des Imprimeurs & Libraires de Paris, dans trois mois de la date d'icelles; que l'impreſſion dudit Ouvrage ſera faite dans notre Royaume & non ailleurs, en beau papier & beaux caractères, que l'Impétrant ſe conformera en tout aux Réglemens de la Librairie, & notamment à celui du 10 Avril 1725, & à l'Arrêt de notre Conſeil, du 30 Août 1777, à peine de déchéance de la préſente Permiſſion. Qu'avant de l'expoſer en

vente, le Manuscrit qui aura servi de copie à l'impression dudit Ouvrage, sera remis dans le même état où l'Approbation y aura été donnée, ès mains de notre très-cher & féal Chevalier, Garde des Sceaux de France, le Sieur HUE DE MIROMESNIL, Commandeur de nos Ordres ; qu'il en sera ensuite remis deux exemplaires dans notre Bibliotheque publique, un dans celle de notre Château du Louvre, un dans celle de notre très-cher & féal Chevalier, Chancelier de France, le Sieur DE MAUPEOU, & un dans celle dudit sieur HUE DE MIROMESNIL; le tout à peine de nullité des Présentes. Du contenu desquelles vous mandons & enjoignons de faire jouir ledit Exposant & ses ayans cause, pleinement & paisiblement, sans souffrir qu'il leur soit fait aucun trouble ou empêchement. Voulons qu'à la copie des Présentes, qui sera imprimee tout au long, au commencement ou à la fin dudit Ouvrage, foi soit ajoutée comme à l'original. Commandons au premier notre Huissier ou Sergent sur ce requis, de faire pour l'exécution d'icelles, tous actes requis & nécessaires, sans demander autre permission, & nonobstant clameur de Haro, Charte Normande, & Lettres à ce contraires: Car tel est notre plaisir. Donné à Paris, le quatrieme jour du mois de Mai, l'an de grace mil sept cent quatre-vingt-cinq, & de notre Regne le onziéme. Par le Roi, en son Conseil.

Signé, LE BEGUE.

Registré sur le Registre de la Chambre Royale & Syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris, N°. 221, fol. 312, conformément aux dispositions énoncées dans la présente Permission, & à la charge de remettre à ladite Chambre les huit Exemplaires prescrits par l'Article CVIII du Réglement de 1723. A Paris, le 10 Mai 1785.

Signé, LECLERC, Syndic.

De l'Imprimerie de CHARDON, rue de la Harpe.

ERRATA.

Tome premier.

PAGE 51, *ligne* 1, chaleur qui a de la peine à les traverser; *lisez* chaleur dont l'eau est un meilleur conducteur

Page 238, *lig.* 7, d'un seizieme; *lisez* d'un trente-deuxième

Page 249, *lig.* 12, partie intérieure; *lisez* partie inférieure

Page 271, *lig.* 14, d'acide nitreux; *lisez* d'air nitreux

Page 307, *lig.* 25 *& suiv.* eau, métaux, animaux, végétaux; *lisez* métaux, animaux, végétaux, eau

Page 418, *lig. dernière*, acide saccharin ou oxalin passe ensuite à l'état d'acide tartareux & d'acide acéteux; *lisez* acide saccharin ou oxalin, qui a été acide tartareux & passe à l'état d'acide acéteux

Tome second.

PAGE 45, *ligne* 27, & une d'air pur; *lisez* & une d'air nitreux

Page 83, *lig.* 9, manganèse; *lisez* magnésie

Page 95, *lig.* 2, par la dissolution; *lisez* par la distillation

Page 231, *lig.* 18, M. Galin; *lisez* M. Gahn

Page 280, *lig.* 8, les huiles inessentielles; *lisez* les huiles essentielles


005643776

